LE SCIENZE
edizione italiana di SCIENTIFIC AMERICAN

numero 147
novembre 1980
anno XIII
volume XXV

Lo sviluppo economico

Le nazioni dei tre quarti più poveri della popolazione mondiale premono per la creazione di un nuovo ordine economico che attenui l'asimmetria dei rapporti esistenti tra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo

di K. K. S. Dadzie

L'Assemblea Generale delle Nazioni Unite si è riunita alla fine del mese di agosto in una sessione speciale allo scopo di promuovere un negoziato globale che si occupi di stabilire un'agenda per una migliore gestione dell'economia mondiale. Al centro del negoziato vi è l'asimmetria che esiste attualmente nel rapporto tra i circa 30 paesi industrializzati «sviluppati» e i circa 130 paesi non industrializzati «in via di sviluppo». L'asimmetria è più che mai evidente nelle diverse possibilità di accesso che questi due gruppi di paesi hanno relativamente alle risorse, al mercato, alla scienza, alla tecnologia e al credito. Già fin dal 1974 i paesi in via di sviluppo facevano pressioni presso l'Assemblea Generale per la creazione di un «nuovo ordine economico internazionale». Ora la sessione speciale ha anche il compito di adottare una «nuova strategia internazionale di sviluppo» allo scopo di accelerare il progresso economico di questi paesi. È evidente che i due impegni sono strettamente interconnessi. Una economia mondiale ristrutturata e ben funzionante è l'ambiente necessario per sostenere la crescita dei paesi in via di sviluppo e il loro sviluppo è necessario a disincagliare l'economia mondiale dalle secche della *stagflation* (stasi inflazionistica) in cui è arenata.

I problemi basilari di maggior rilievo dell'agenda toccano gli interessi di tutti, ma in particolare dei poveri che sono più della metà del genere umano. Migliorare le condizioni dei poveri in uno sviluppo economico mondiale significa non solo migliorare le loro condizioni materiali, ma anche dare loro maggiore dignità umana, sicurezza, giustizia ed equità. Si tratta di una trasformazione di vita, di una liberazione. Lo sviluppo implica quindi profondi cambiamenti di organizzazione economica all'interno delle società e tra le società, cambiamenti che possono essere facilitati da una crescita rapida e sorretta del reddito. Anche se i dati statistici relativi alla crescita si riferiscono solo a valori pecuniari, i valori non pecuniari costituiscono comunque degli indicatori iniziali utili del progredire del benessere sociale e dell'affermarsi dei diritti individuali.

Indetta soprattutto per iniziativa delle nazioni povere, questa sessione speciale dell'Assemblea Generale capita in un momento di dubbi e di incertezze dell'economia e della politica mondiali. Si è chiusa un'era di crescita economica senza precedenti favorita da energia a basso costo; l'era prossima è ancora incerta. I paesi sviluppati a economia di mercato non sono in grado di armonizzare le pretese, a volte in contrasto tra loro, dei vari gruppi sociali presenti al loro interno in modo tale da realizzare una crescita economica senza inflazione, mentre le economie a pianificazione centralizzata trovano sempre più difficile sostenere l'aumento della produttività del lavoro. I paesi in via di sviluppo sono disturbati da tensioni dovute alla mancanza di crescita o alla marginalizzazione dei poveri in quei pochi casi in cui si è assistito a una rapida crescita complessiva. Nei rapporti tra le economie di mercato sviluppate esiste una crisi derivante dalla dispersione tra di loro di potere economico e dalla rottura degli accordi finanziari e commerciali per mezzo dei quali questi paesi erano riusciti ad armonizzare i loro interessi contrastanti. Tra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo i rapporti sono in cambiamento continuo il che fa presagire spostamenti

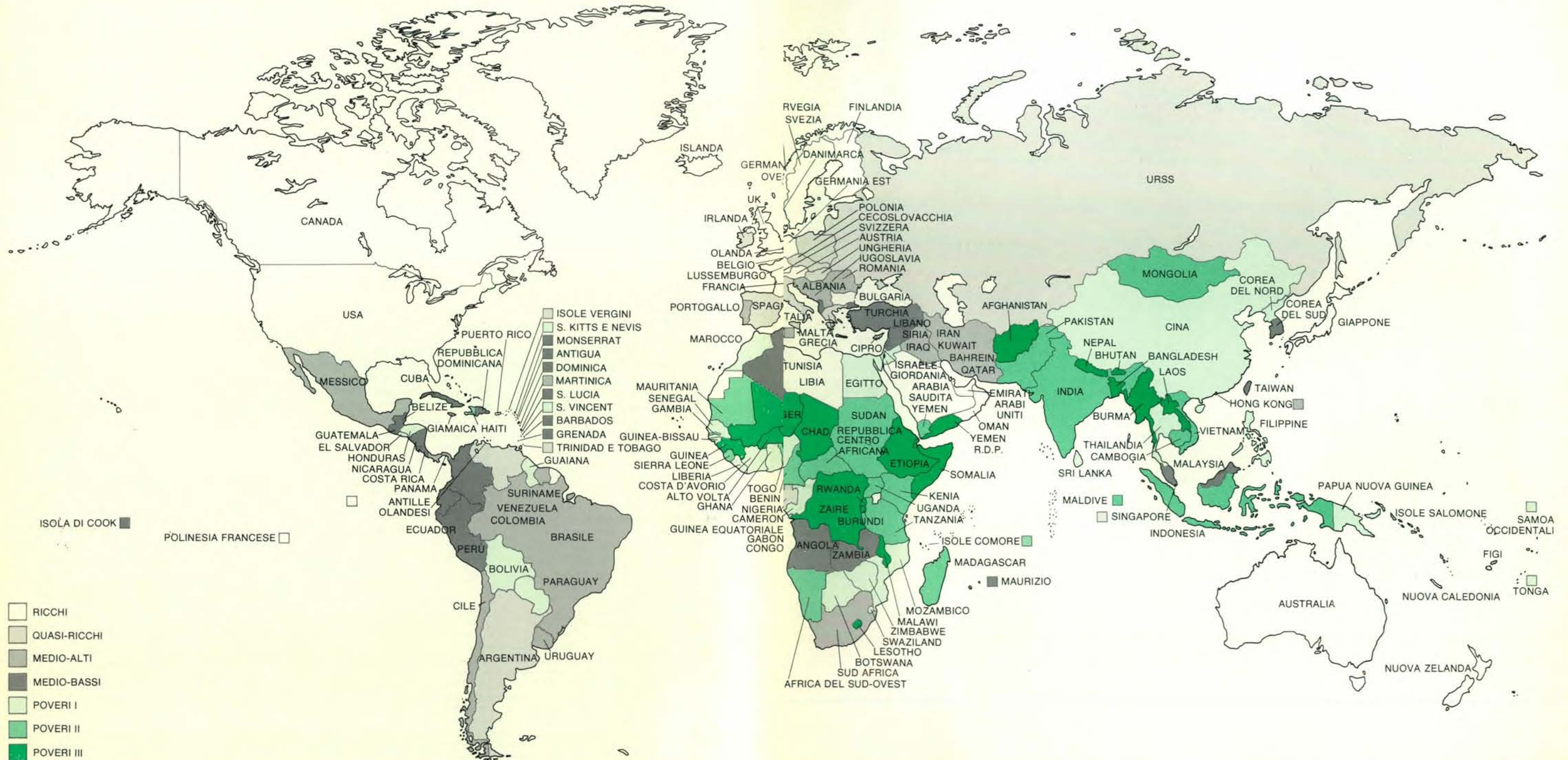
La grandezza del compito che sta di fronte ai responsabili dello sviluppo economico dei paesi meno sviluppati è suggerita dall'immagine della pagina a fronte la quale, ripresa dal satellite, mostra parte del delta del Gange nelle vicinanze di Dacca nel Bangladesh *(area grigioverde in alto a sinistra)*. Il delta è una delle più povere e delle più densamente popolate grandi regioni agricole del mondo. Molte terre, coltivate a riso e iuta sono suddivise in campi irrigati molto piccoli che in genere appartengono a piccoli proprietari terrieri e sono lavorati da agricoltori affittuari e dalle loro famiglie. Questa immagine in particolare è stata ripresa dal *Landsat 2* da un'altezza di oltre 900 chilometri il 6 marzo 1979. In quel momento la maggior parte dei campi coltivati a riso o erano pronti per la semina o erano stati appena seminati. Questi ultimi appaiono come piccole macchie rosse nell'immagine composta, ottenuta combinando i dati forniti da tre delle quattro bande di lunghezza d'onda ricevuti simultaneamente dal sistema a scansione multispettrale del satellite. (In queste immagini composte la vegetazione appare in genere di colore rosso.) La ripresa è stata usata dagli analisti della Banca Mondiale per studiare l'erosione e il processo di sedimentazione lungo il Gange e per controllare i mutamenti lungo il corso del fiume. È una delle tante immagini Landsat che compaiono in questo fascicolo e che sono state rielaborate digitalmente dalla Earth Satellite Corporation con l'impiego di speciali algoritmi per le correzioni geometriche e radiometriche, per mettere in risalto i bordi, per l'aggiustamento sulla scala dei grigi e per la soppressione delle righe di scansione. Le dimensioni dell'area sono circa 160 per 120 chilometri.

nel loro relativo potere economico e politico. Il susseguirsi di crisi in crisi di anno in anno e di mese in mese è un fattore scatenante di sconvolgimenti sociali e politici di grande portata.

Fino a non molto tempo fa il quadro mondiale era nettamente diverso. Quando nel 1963 «Scientific American» dedicò allo sviluppo economico il fascicolo di settembre di quell'anno, vi erano ancora le basi per la prospettiva ottimistica che le nazioni ricche - nello spirito che aveva portato alla costituzione delle Nazioni Unite e delle agenzie tecniche associate - avrebbero fornito alle nazioni povere una sostanziale assistenza economica e tecnica per favorire il loro rapido sviluppo. Vi era, per cominciare, l'euforia del successo che derivava dalla crescita economica dell'Europa occidentale e del Giappone. Paesi le cui economie erano state devastate dalla guerra erano riusciti non solo a ricostituirsi in meno di vent'anni, ma anche a far registrare i tassi più elevati di crescita economica mai riscontrati nella storia. Nonostante la penuria di risorse, il Giappone ha raggiunto, negli anni dal 1957 al 1962, un tasso di crescita annua media del 12 per cento. Le economie europee, abituate a un tasso di crescita del 2 per cento negli anni precedenti la guerra, hanno raggiunto in quegli anni un tasso di crescita medio del 5 per cento, che sono riuscite a mantenere fino all'inizio degli anni settanta.

Questo notevole andamento della crescita ricevette inoltre una spinta considerevole dall'assistenza economica prestata dagli Stati Uniti a partire dal 1947. Nonostante che il flusso di aiuti nell'ambito del Piano Marshall trovasse le sue motivazioni di fondo nella «guerra fredda», ciò non toglie che venisse anche considerato come un mezzo per combattere «la fame, la povertà, la disperazione e il caos». Nel corso di questo periodo gli Stati Uniti perseguirono una politica di libero mercato che aumentò gli effetti positivi dell'assistenza economica diretta all'Europa occidentale e al Giappone.

La speranza e la promessa che l'assistenza economica avrebbe reso più facile la strada alle nazioni povere furono espresse già nel 1948 dal presidente Truman al «Punto quattro» del discorso inaugurale di quell'anno. Il presidente Kennedy rinnovò la promessa con la proposta che gli anni sessanta fossero indicati come un «decennio di sviluppo». L'Assemblea Generale delle Nazioni Unite fece propria questa proposta nel 1961, esprimendo «il desiderio della comunità mondiale di accelerare il processo di sviluppo nelle aree meno fortunate del mondo». A quel tempo queste buone intenzioni avevano un significato: in base alle stime ufficiali, le economie di mercato sviluppate destinavano 8 miliardi di dollari all'anno, ossia circa l'uno per cento del loro prodotto nazionale lordo (PNL) complessivo, ai paesi poveri.

Influenzata e rafforzata dal prevalere di questo atteggiamento nei fautori della politica, la teoria dello sviluppo fiorì come una sottospecializzazione della facoltà universitaria di scienze economiche

Su questa cartina sono indicate sette categorie economiche per otto regioni del mondo: Europa (compresa la Turchia), il Nord America, i Caraibi, l'America Latina, l'Africa, il Medio Oriente, l'Asia e l'Oceania. Paesi e altre divisioni politiche sono categorizzati come ricchi *(si veda la leggenda)* se il prodotto nazionale lordo pro capite (ossia l'output prodotto all'interno del paese) è superiore ai 5000 dollari; quasi-ricchi se il PNL è tra 3500 e 5000 dollari; medio-alti se il PNL è tra 2500 e 3500 dollari; medio-bassi se il PNL è tra 1425 e 2500 dollari. Se il PNL è compreso fra 875 e 1425 dollari, la categoria è «poveri (I)», se è tra 500 e 875 dollari, la categoria è «poveri (II)» e se è tra 275 e 500 dollari la categoria è «poveri (III)». Le categorie tengono conto della tendenza a confronti basati su tassi di cambio per sottostimare il potere effettivo di acquisto man mano che il PNL pro capite diminuisce. Le categorie sono state definite da Garret Fitzgerald sulla base di dati su scala mondiale raccolti da Irving B. Kravis, Alan W. Heston e Robert Summers, tutti economisti dell'Università della Pennsylvania.

sia negli Stati Uniti sia in altri paesi sviluppati. La pubblicistica di quel tempo dipingeva i paesi sottosviluppati come paesi ricchi a uno stadio primitivo di sviluppo. Alcuni autori consideravano lo sviluppo stesso come un processo lineare diviso in stadi, dal «decollo» al «consumo di massa», con la necessità di «affrontare» e «rompere circoli viziosi» lungo la strada. Tutti i paesi, inclusi quelli sviluppati, erano considerati come se partissero dallo stesso punto e dovessero affrontare gli stessi ostacoli man mano che procedevano lungo lo stesso corso. Alcuni avrebbero dovuto semplicemente muoversi più velocemente di altri; altri avrebbero senza dubbio seguito, quantunque a distanza. I paesi poveri, che sono all'inizio del loro sviluppo, «potrebbero imparare dagli errori dei paesi ricchi» e potrebbero trarre profitto dalla continua crescita dei ricchi sfruttando gli «effetti di ricaduta» così come potrebbero avvantaggiarsi della loro politica di assistenza economica.

Considerati nella prospettiva del 1980 i due decenni di sviluppo possono bene essere indicati come «decenni di delusione». Le popolazioni dei paesi in via di sviluppo continuano per la maggior parte a vivere in condizioni di estrema povertà. Hanno a mala pena abbastanza da mangiare e di rado dispongono di acqua potabile sufficiente. I servizi sanitari sono esigui. Quando c'è lavoro, la paga è bassa e le condizioni al limite della tollerabilità. Lo stato di insicurezza è permanente; non vi sono sistemi pubblici di sicurezza sociale per mitigare la disoccupazione, le malattie o le conseguenze della morte di chi, nella famiglia, percepisce il salario. La malnutrizione, l'analfabetismo, le malattie, il tasso elevato di natalità, la sottoccupazione e il basso reddito chiudono a turno qualsiasi via di scampo. Nei due decenni il divario tra poveri e ricchi si è ampliato e il flusso dell'assistenza finanziaria è diminuito dall'un per cento del PNL allo 0,35 per cento attuale ufficialmente stimato.

Eppure non si può dire che in questo periodo nei paesi in via di sviluppo non si sia avuta alcuna crescita. Presi nel loro insieme, hanno avuto dal 1950 al 1976 un tasso medio annuo di crescita del 5 per cento, un valore impressionante, superiore a quello delle economie di mercato sviluppate (4,2 per cento), anche se sostanzialmente inferiore a quello delle economie a pianificazione centralizzata dell'Europa orientale (7,7 per cento). In valore assoluto l'aumento del reddito dei paesi in via di sviluppo è stato, però, inferiore. L'aumento di 1820 miliardi di dollari avutosi nel reddito dei paesi ricchi - ossia da 1250 miliardi di dollari nel 1952 si è passati a 3070 miliardi nel 1972 - è stato pari a 3,5 volte il reddito totale di 520 miliardi di dollari di tutti i paesi in via di sviluppo nel 1972.

Si vede come la struttura della popolazione di una nazione sviluppata, presentata qui graficamente in forma di piramide con le percentuali dei maschi *(a sinistra)* e delle femmine *(a destra)* divisi per gruppi di età, differisca profondamente dalla struttura della popolazione tipica di una nazione in via di sviluppo. Questa piramide si riferisce alla popolazione dell'Inghilterra e del Galles nel 1968 in gruppi di età di cinque anni fino a 80 anni e oltre. Sia il basso tasso di natalità sia la bassa mortalità contribuiscono a dare una rappresentazione che mostra una struttura con lati quasi verticali.

Come per qualsiasi altra media, il tasso medio di crescita dei paesi in via di sviluppo cela un'ampia varietà di situazioni. I paesi di un gruppo sono passati rapidamente dal 5 al 9 per cento nel corso di un decennio e mezzo tanto che ora vengono indicati come i «paesi neoindustrializzati» (*newly industrializing countries*, NIC). Questo gruppo comprende la maggior parte dei paesi latino-americani. La vigorosa espansione di questi paesi ha moltiplicato per cinque il loro PNL complessivo rispetto a quello del 1950; Argentina, Brasile e Messico, con la loro base industriale già consolidata, sono quelli che hanno avuto la crescita più rapida. Alcuni paesi dell'Asia orientale e sudorientale - Corea del Sud, Taiwan, Filippine, Malaysia, Singapore e Thailandia - hanno raggiunto tassi di crescita ancora più elevati e traggono la loro forza dalle industrie manifatturiere, dalla diversificazione delle esportazioni e dalla capacità di saper inquadrare la politica economica tanto da essere riusciti a sostenere la propria crescita anche durante la recessione degli anni 1974-1976 avutasi nell'economia mondiale.

Anche i paesi esportatori di petrolio, naturalmente, si sono fatti una propria strada sfruttando il controllo da loro esercitato sulle forniture e sul prezzo del petrolio. Tre di questi paesi - Kuwait, Qatar ed Emirati Arabi Uniti - hanno avuto nel 1976 un PNL pro capite superiore ai 10 000 dollari, dovuto sia al fatto che hanno una popolazione ridotta sia all'entità delle loro esportazioni di petrolio. Il PNL pro capite negli altri paesi andava da 6000 dollari (Libia) fino a 300 (Nigeria) e a 240 (Indonesia). Il petrolio promette di dare una nuova e ulteriore spinta all'espansione dell'economia messicana.

I paesi NIC e OPEC hanno circa un quinto della popolazione complessiva dei paesi in via di sviluppo, esclusa la Cina, e il 40 per cento del prodotto. Circa 45 paesi a «medio reddito», con tassi di crescita medi del 5 o 6 per cento, hanno un quarto della popolazione e un altro 40 per cento dell'output economico di tutti i paesi in via di sviluppo.

Rimangono i paesi a «basso reddito» i quali hanno redditi medi pro capite inferiori a 250 dollari. Questi paesi sono cresciuti a un tasso di poco inferiore al 4 per cento negli anni sessanta e a un tasso inferiore al 2,5 per cento nella prima metà degli anni settanta. La loro popolazione, più della metà della popolazione complessiva di tutti i paesi in via di sviluppo, vive su un quinto del reddito complessivo di quei paesi. L'Indonesia e i tre paesi del subcontinente indiano - Bangladesh, India e Pakistan - hanno i due terzi di questa popolazione. La maggior parte del terzo rimanente vive nei paesi contigui della «fascia povera» dell'Asia e dell'Africa indicati dalle Nazioni Unite come i «meno sviluppati», una categoria che comprende anche il Bangladesh.

Margini irrisori separano dal disastro la pura sussistenza di questi 1200 milioni di persone. Il continuo aumento di queste popolazioni danneggia in maniera irreparabile il già fragile ambiente tropicale in cui vivono. Hanno abbattuto le foreste e, privi come sono di qualsiasi infrastruttura per la gestione delle acque e, di conseguenza, di un'adeguata irrigazione, sono alternativamente colpite da alluvioni e da siccità che causano la diminuzione progressiva della fertilità del terreno sul lungo termine per effetto dell'erosione e dell'avanzamento dei deserti. La malnutrizione rende queste popolazioni più vulnerabili nei confronti delle malattie endemiche. Il Sole, che può darsi costituirà un giorno per queste popolazioni una fonte importante di energia elettrica, ora serve solo a fiaccarle, mentre le loro economie insolventi sono costrette a importare combustibili costosi.

Negli anni settanta le condizioni dei paesi più poveri sono peggiorate. Non solo si è ulteriormente rallentata la loro crescita economica già bassa e inadeguata, ma anche l'aumento della già scarna assistenza da parte della comunità internazionale è stato annullato dalla diminuzione del potere di acquisto delle loro esportazioni. A questi paesi si affaccia la crudele possibilità che i loro ecosistemi non siano più in grado di sostenere le popolazioni a meno che non vengano prese subito misure appropriate ad arrestare il processo di deterioramento.

Neppure nei paesi NIC, OPEC e a medio reddito, i tassi più elevati di crescita hanno apportato modifiche apprezzabili alle condizioni di esistenza della grande massa delle loro popolazioni. Gli effetti di ricaduta della modernizzazione e del progresso non hanno raggiunto gli strati più poveri di queste società né hanno recato loro qualcosa in più di qualche vantaggio marginale. Il numero delle persone in condizioni critiche di povertà si mantiene intollerabilmente alto; disoccupazione e sottoccupazione non sono diminuite in maniera significativa e gli indicatori sociali relativi alla salute e all'alfabetismo mostrano scarsi miglioramenti, quando addirittura in alcuni paesi non sono regrediti. Questa descrizione della situazione dei poveri si applica in special modo all'America Latina. In base al resoconto della conferenza sull'occupazione tenuta nel 1979 dall'International Labor Office «in 12 paesi su 23, per i quali esistono statistiche attendibili, oltre la metà della popolazione aveva un reddito insufficiente per l'acquisto di un paniere di merci e servizi considerato indispensabile per un livello minimo di benessere... Nell'America Latina, presa globalmente, la frazione di popolazione in queste tragiche condizioni può arrivare anche al 40 per cento».

Il mancato miglioramento dello stato di povertà della maggior parte dei paesi in via di sviluppo è dovuto in parte al loro modello di crescita. In 14 paesi africani la produzione agricola è rimasta indietro rispetto all'aumento della popolazione. I paesi che si sono battuti per la crescita industriale hanno dovuto constatare che il tipo di industria favorito non aveva aumentato l'occupazione in maniera significativa. In tutti i paesi i poveri hanno legami estremamente deboli con l'economia di mercato organizzata; posseggono molto poco per quanto riguarda l'assetto produttivo, hanno un'istruzione scarsa e sono cronicamente in uno stato di salute poco buono.

La piramide della popolazione di una nazione in via di sviluppo differisce molto da quella di una nazione sviluppata *(si veda l'illustrazione nella pagina a fronte)*. Questa piramide si riferisce alla popolazione del Madagascar nel 1966. Il gruppo di età più giovane comprende circa il 18 per cento della popolazione totale, contro il 9 per cento dell'Inghilterra e del Galles. Maschi e femmine di età tra i 40 e i 45 anni ammontano a meno del 5 per cento della popolazione del Madagascar e la percentuale per ogni gruppo di cinque anni diminuisce con il progredire dell'età. Nel caso dell'Inghilterra e del Galles, invece, altri quattro gruppi di età dopo i 40 anni sono all'incirca identici.

Un esame condotto in profondità del processo di sviluppo e dei legami tra i paesi in via di sviluppo e l'economia mondiale fa emergere perché sia necessario un nuovo ordine economico internazionale. Si ha anche una misura del potere - e del potere perdurante - del vecchio ordine.

Al cuore del sistema esistente vi è il problema di uno scambio impari. La divisione internazionale del lavoro incoraggia e anzi costringe i paesi in via di sviluppo a produrre per le necessità dei paesi industriali e ad adattarvisi costantemente. Le istituzioni del sistema internazionale, soprattutto le istituzioni chiave del commercio e del credito, sono state create o durante o immediatamente dopo la seconda guerra mondiale. A quel tempo, naturalmente, la maggior parte dei paesi in via di sviluppo dell'Asia, dell'Africa e quelli di più recente formazione dei Caraibi erano ancora colonie di una o dell'altra potenza imperiale. Il sistema internazionale creditizio e commerciale funziona quindi in modo tale da perpetuare le relazioni di dipendenza economica, retaggio dell'era coloniale.

A causa di questo stato di cose le economie dei paesi in via di sviluppo sono disarticolate: mancano infatti di un sistema organico di collegamenti, radicato in una propria base scientifica e tecnologica, tra la crescita e la struttura della loro produzione interna e la crescita e il modello della loro domanda interna. Se si eccettua l'agricoltura di sussistenza, la loro attività economica principale è condizionata dall'esportazione di prodotti primari per i quali il controllo della produzione così come quello delle decisioni commerciali dipende dalla destinazione di questi prodotti all'estero.

Questi prodotti non costituiscono una base domestica per lo sviluppo e non possono essere considerati come eccedenze di produzione interna. Le importazioni legano i paesi in via di sviluppo a uno o più paesi industrializzati «protettori» con un vincolo complementare di dipendenza; esse soddisfano un'alta frazione del consumo totale, in termini monetari, dell'economia in via di sviluppo e forni-

sono quasi tutti i mezzi di produzione. Le strategie di sviluppo che si prefiggono una maggiore internazionalizzazione delle economie in via di sviluppo lasciano queste ultime spogliate delle risorse indigene di dinamismo. Persino nei paesi ad alta crescita questo tipo di sviluppo ha escluso la grande massa della popolazione; ciò che è peggio ha impedito alla maggior parte dei paesi in via di sviluppo lo sfruttamento delle loro risorse naturali. È stato dunque per questo che solo negli ultimi tre decenni l'India ha posto le prime basi di una industria siderurgica fondata sulle proprie risorse di carbone e di ferro e i paesi «agricoli», come la Tanzania, hanno cominciato a cercare l'autosufficienza nella produzione alimentare e a fare un inventario delle loro risorse di minerali.

(L'esclusione della Cina da questa rassegna sulle condizioni economiche dei paesi in via di sviluppo trova giustificazione nel fatto che dal 1949, quando il governo rivoluzionario prese il potere, fino all'ultimo decennio la Repubblica Popolare Cinese ha condotto il proprio sviluppo in condizioni di isolamento rispetto all'ordine economico internazionale. Paese povero a crescita rapida, la Cina ha attualmente aperto propri negoziati con le economie di mercato sviluppate per garantirsi gli input tecnologici necessari ad accelerare la sua crescita.)

Non vi può essere un vero sviluppo senza libertà e sicurezza. Il processo formale di decolonizzazione politica è stato quindi la condizione che ha preceduto lo sviluppo economico del «terzo mondo». In Africa persino questa fase di decolonizzazione era ancora in corso nel 1963 e addirittura si è giunti alla fine con l'indipendenza dello Zimbabwe ottenuta nel 1980. Nonostante che ora siano politicamente indipendenti, questi paesi hanno appena intrapreso il cammino verso la liberazione economica e culturale. La dominazione ancora in atto da parte dei paesi industrializzati li frena e li allontana dall'imboccare la propria via di sviluppo. Questi paesi hanno ancora un controllo troppo scarso sulle loro risorse e un accesso troppo limitato a quelle fuori dei propri confini e di cui hanno necessità; inoltre non partecipano ancora su base equalitaria alle decisioni che li riguardano e non possono neppure prendere decisioni in maniera autonoma.

Sia la teoria dello sviluppo, così come è formulata negli studi accademici di economia, sia l'attuazione pratica dell'assistenza economica da parte dei paesi industrializzati non hanno tenuto nel dovuto conto queste considerazioni politiche e culturali. Lo sviluppo è stato considerato una questione di «beni» da ottenersi attraverso l'accumulo di capitali, la costruzione di infrastrutture, l'addestramento di personale manageriale e così via. I due decenni di sviluppo e di delusione hanno dimostrato che beni e progresso possono favorire lo sviluppo, ma non costituiscono essi stessi lo sviluppo e neppure la sua parte fondamentale. Lo sviluppo è il manifestarsi dell'immaginazione individuale e sociale di un popolo nell'individuazione degli obiettivi e nella scoperta delle vie per avvicinarvisi. Lo sviluppo è il cammino continuo verso la liberazione dei popoli e delle società. Si può parlare di sviluppo quando questi sono in grado di affermare la propria autonomia e di portare avanti, fiduciosi in se stessi, attività per loro interessanti. Lo sviluppo è essere o divenire, non solo avere.

Il modo di considerare lo sviluppo da parte delle economie di mercato avanzate avrebbe potuto avere più successo, nonostante gli intrinseci malintesi, se avesse ricevuto una attuazione più sostanziale. Con l'instaurarsi della guerra fredda, simbolizzata dalla contesa tra USA e URSS, gli Stati Uniti ridussero sostanzialmente il loro contributo all'assistenza economica e altri paesi li seguirono, con l'eccezione, degna di nota, dei paesi scandinavi e dell'Olanda, i quali hanno portato il loro sborso al di sopra del limite prefissato dello 0,7 per cento del PNL. Questo atteggiamento conservatore dei paesi ricchi fu determinato da due modi, tra loro contraddittori, di percepire i loro rapporti con i paesi in via di sviluppo. Da un lato i paesi NIC venivano considerati competitori per quanto riguardava il «lavoro a basso costo»; dall'altro, il comportamento fiacco e stagnante dei paesi in cui erano fluiti i capitali esteri veniva considerato una prova della futilità dell'assistenza economica.

Alla fine degli anni settanta il flusso dell'assistenza economica era sceso alla metà dello 0,7 per cento del PNL promesso all'inizio del decennio. Questo fatto ha avuto un profondo, anche se diverso, impatto sulle prospettive dei paesi in via di sviluppo. Quelli della categoria NIC sono stati in grado di trarre vantaggio dalla enorme liquidità delle banche private negli anni settanta, dovuta in parte al riciclaggio dei «petrodollari» e dagli investimenti delle grandi società multinazionali. Il trasferimento della tecnologia avutosi per questi motivi ha portato ai nuovi arrivati degli strati a maggior reddito dei paesi destinatari anche i modelli di consumo tipici delle società industriali. Dal punto di vista dei paesi cosiddetti «da aiutare» questo giro di affari ha avuto un duplice impatto: non hanno avuto né aiuti, né finanziamenti dalle banche, né investimenti da parte delle multinazionali.

Negli anni settanta si è nel contempo assistito a profondi cambiamenti nella comunità dei paesi industrializzati a economia di mercato. La rapida crescita economica dell'Europa occidentale e del Giappone ha eroso l'egemonia degli Stati Uniti, creando ampie divergenze tra i paesi industrializzati a proposito di politica monetaria e commerciale. L'aumento dei flussi finanziari e commerciali tra i paesi industriali e la contemporanea crescita delle multinazionali hanno portato però a una riduzione di fatto della sovranità nazionale sulla politica economica. Tutto questo è accaduto quando la maggior parte dei governi europei potevano contare su maggioranze parlamentari molto esigue ed erano costretti a tener conto in maniera sensibile delle pressioni interne nella formulazione della politica estera. Queste pressioni, inoltre, erano in continuo aumento da parte di gruppi sociali con esigenze contrastanti a proposito della distribuzione del prodotto economico, pressioni che hanno costretto i governi a intervenire in maniera sempre maggiore sulla vita sociale ed economica di questi paesi.

Ancor prima che l'inesorabile chiusura dell'orizzonte petrolifero avesse posto fine all'era dell'energia a buon mercato, le tensioni e i conflitti all'interno della comunità dei paesi industrializzati a economia di mercato avevano provocato il collasso del sistema monetario internazionale e portato a un compromesso di tipo protezionistico le politiche commerciali liberali. Ha fatto seguito successivamente la crisi petrolifera, la quale ha dimostrato come quelle nazioni avessero perduto il controllo della risorsa su cui si basava in maniera critica la loro crescita e la loro opulenza.

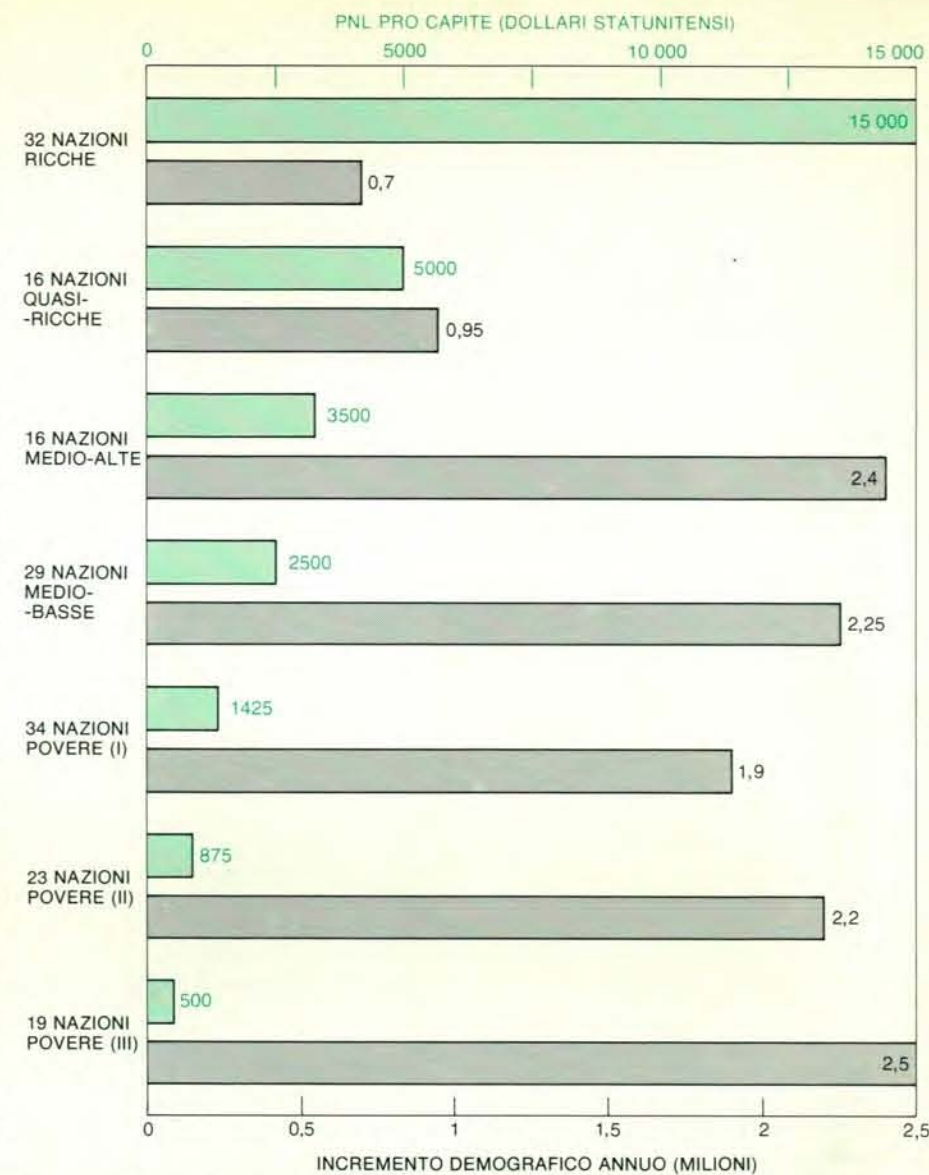
Con la quadruplicazione dei prezzi del petrolio voluta dall'OPEC, i paesi in via di sviluppo hanno avuto la prova auspicata che le economie di mercato sviluppate stavano perdendo il loro predominio economico. Nell'ambito del movimento dei «non allineati» questi paesi avevano sviluppato una propria coesione politica e nelle riunioni al vertice del «Gruppo dei 77» una comune posizione sulle questioni economiche. Su azione promossa da loro all'inizio del 1974 fu convocata la sesta sessione speciale dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite. Quella sessione approvò una dichiarazione e un programma d'azione sulla realizzazione di un nuovo ordine economico e una carta dei diritti e dei doveri economici degli stati.

In realtà questi documenti auspicano la sostituzione dell'ordine economico caratterizzato da inequità, dominio, dipendenza, interesse privato in senso stretto e segmentazione con un nuovo ordine basato sull'equità, l'uguaglianza della sovranità delle nazioni, l'interdipendenza, l'interesse comune e la cooperazione. Questi documenti cercano di fissare le «nuove regole del gioco» e di modificare i vecchi squilibri. In particolare affermano la sovranità delle nazioni sulle proprie risorse naturali e sulle attività delle società straniere e delle multinazionali che operano entro i loro confini. Che sia stato necessario proclamare queste regole e questi obiettivi dà un'idea di quanto sia lontano il vecchio ordine dai principi di equità e di giustizia su cui tutti i popoli sono d'accordo e che normalmente non hanno bisogno di essere ribaditi.

Queste dichiarazioni fatte dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite dovevano essere tradotte in argomenti negoziabili riguardanti particolari istituzioni e mercati. I mercati chiave sono quelli in cui i paesi in via di sviluppo sono fornitori (di beni e di una lunga serie di manufatti) e in cui sono clienti (per la tecnologia e il credito). Le istituzioni chiave sono quelle che producono e distribuiscono la liquidità internazionale, in particolare il Fondo Monetario Internazionale.

Non sorprende constatare come, dopo cinque anni circa, il nuovo ordine economico internazionale rimanga in gran parte sulla carta. La sua realizzazione equivale alla sostituzione di una asimmetria imposta con una simmetria negoziata, un evento senza precedenti storici. Difficilmente ci si può aspettare che i paesi sviluppati a economia di mercato compiano volontariamente questo passo, tanto più che i cambiamenti nelle strutture di potere sono sempre venuti dal basso. Dopo aver sopportato i primi aumenti del prezzo del greggio e dopo che l'ondata di marea è stata assorbita dal riciclaggio dei petrodollari rientrati nei loro mercati interni, i paesi industrializzati, non hanno visto più alcuna necessità pressante per avviare dei negoziati. I paesi in via di sviluppo una volta individuato il momento opportuno per avanzare le loro richieste, sembra non siano stati poi in grado di percepire il loro ruolo storico. Né tanto meno, attraverso i loro reciproci negoziati commerciali, sono stati in grado di coordinare i loro interessi nazionali a un grado tale che consentisse loro di organizzarsi in una forza che avesse potere contrattuale sufficiente a costringere i paesi sviluppati a tenerne conto.

Sia ai paesi sviluppati sia a quelli in via di sviluppo i cinque anni passati, caratterizzati da instabilità e da stasi inflazionistica, hanno cominciato a far vedere, però, che i problemi strutturali dell'economia mondiale non sono distinti da quelli che riguardano la crescita dei paesi in via di sviluppo. Per il negoziato da discutere nella sessione speciale dell'Assemblea Generale (che dopo essere stata sospesa il 16 settembre riprenderà all'inizio del prossimo anno) sono maturi argomenti significativi e concreti. La ripresa della crescita, soprattutto nei paesi industriali, dipende da un'offerta adeguata di energia. Il deterioramento globale della situazione economica mondiale e la prospettiva di una lunga e difficile conversione della tecnologia energetica per lo sfruttamento di una nuova base di risorse spingono in maniera determinante i paesi produttori di petrolio a una politica di conservazione sul lungo termine. A questi paesi vanno dati incentivi per sostenere o aumentare la loro produzione. Anche in altri settori del mercato, la fine del controllo egemonico sulle risorse naturali delle nuove nazioni rende l'accesso alle risorse da parte dei paesi sviluppati un grosso problema per un negoziato economico internazionale. Nel caso del flusso commerciale relativo alle manifatture i paesi in via di sviluppo nel loro complesso costituiscono attualmente un mercato sempre più significativo per molti paesi industriali. Nei mercati finanziari internazionali, le grandi istituzioni finanziarie private sono ora così esposte per i crediti concessi ai paesi in via di sviluppo che i problemi di questi ultimi possono ripercuotersi ingigantiti sulle economie dei paesi sviluppati.

Il giro globale dei negoziati procederà anche per il farsi strada della consapevolezza da parte della comunità mondiale che il vecchio ordine ha cominciato a produrre effetti deleteri non trascurabili sulla base produt iva dell'economia mondiale. Il deterioramento dell'equilibrio tra uomo e natura dovuto a usi tecnologici sconsiderati rende impossibile sostenere lo sviluppo nei termini che prevalgono attualmente.

La sproporzione tra PNL pro capite e incremento demografico risulta evidente se si confrontano i dati per categorie economiche mondiali. Per i ricchi e i quasi-ricchi, con PNL pro capite compreso tra 15 000 e 3500 dollari, la percentuale dell'incremento demografico annuo è inferiore a uno. Per le altre cinque categorie, con PNL pro capite tra 3500 e 275 dollari la percentuale minima di aumento è 1,9 e la media è 2,25. Anche questo confronto è basato su tabelle di Fitzgerald.

Nei paesi industrializzati che si autodefiniscono i «granai» del mondo, il ricorso imprudente a input tecnologici può causare sul lungo termine la progressiva diminuzione della fertilità del suolo. Le terre tropicali anch'esse sfruttate in maniera sconsiderata sono ancora più vulnerabili. Possono non esservi «limiti alla crescita» nel breve termine, ma vi sono evidenti limiti allo spreco.

L'agenda della sessione speciale dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite sottolinea dunque la necessità di un nuovo sistema di gestione dell'economia mondiale guidato dall'equità e dall'efficienza, il quale sia globale e abbracci tutti gli aspetti dell'economia, sia in grado di correggere gli squilibri che ritardano lo sviluppo delle nazioni povere e sappia portare la loro capacità produttiva e i loro mercati nell'economia mondiale su basi di parità.

In questo sistema sia i paesi industrializzati sia quelli in via di sviluppo hanno un'elevata posta in gioco. Tutti i responsabili coinvolti devono prestare attenzione alla voce dei poveri che hanno pagato il prezzo più alto nell'ordine economico precedente e non possono essere ulteriormente costretti al vantaggioso silenzio. Gli argomenti in discussione esigono una politica internazionale di sopravvivenza umana, basata su un'ampia comprensione pubblica e su uomini di stato dotati di capacità di discernimento e di coraggio.

L'economia mondiale del 2000

Il primo modello input-output dell'economia mondiale suggerisce che un sistema di relazioni economiche internazionali caratterizzato da un parziale disarmo potrebbe attenuare il divario tra ricchi e poveri

di Wassily W. Leontief

Il termine «economia mondiale» (*Weltwirtschaft*) fece la sua prima comparsa in Germania, alla vigilia della prima guerra mondiale, quando l'imperatore Guglielmo II si stava preparando a sfidare il dominio politico ed economico dell'impero britannico. Più o meno nello stesso tempo, l'economista tedesco Bernhard Harms, con il supporto delle neonate industrie tedesche dell'acciaio e della chimica pesante, fondò a Kiel l'Istituto per l'economia mondiale, il primo grande istituto dedicato alle ricerche economiche su scala globale. Questi due segni di mutamento incombente si dimostrarono affidabili. Nei sessanta anni successivi, la Germania ha perso due guerre, la Gran Bretagna ha perso il suo impero e la nozione di un mondo composto di economie nazionali autosufficienti e autonome è entrata nel regno delle astrazioni convenzionali.

Una drammatica dimostrazione del grado di interdipendenza globale esistente oggi è fornito dall'attuale «crisi del petrolio», i cui effetti diretti e indiretti vengono avvertiti negli angoli più remoti dei cinque continenti. L'economia mondiale è divenuta una realtà tangibile e attualmente il suo tratto predominante è il divario nei redditi (e pertanto negli standard di vita) fra i paesi più poveri, meno sviluppati del mondo, e quelli più ricchi, altamente industrializzati. In questo articolo discuterò quali sono le prospettive di una accelerazione del tasso di crescita dei paesi meno sviluppati del mondo, in alcune delle sceneggiature proposte più frequentemente per lo sviluppo economico mondiale.

Nel 1973, per fornire una base quantitativa per tale indagine, le Nazioni Unite, con un aiuto finanziario speciale dei Paesi Bassi, commissionarono la costruzione di un modello di validità generale dell'economia mondiale. Perché la vasta raccolta di fatti microeconomici che descrivono l'economia mondiale potesse essere trasformata in un sistema organizzato, da cui trarre proiezioni macroeconomiche relative alla crescita futura, il modello doveva basarsi sul metodo dell'analisi *input-output* o interindustriale. Il modello input-output descrive la struttura di un'economia in termini di flussi fra i suoi settori di produzione e di consumo, trasferimenti reali di beni e di servizi. Questi trasferimenti possono essere rappresentati in una tabella statistica input-output per l'economia. Questa tabella a sua volta dà luogo a un insieme di equazioni strutturali, la cui soluzione simultanea fornisce un quadro numerico di un possibile stato futuro dell'economia. Per ottenere tale proiezione del modello input-output, è necessario formulare un certo numero di ipotesi relativamente ad alcuni dei fattori che determineranno il ritmo e la forma della crescita economica futura; detto in altre parole, alcune delle variabili, che compaiono nell'insieme di equazioni, debbono essere fissate. Pertanto, provando con ipotesi diverse, è possibile prevedere una serie di percorsi alternativi per lo sviluppo dell'economia. In questo modo l'analisi input-output fornisce un mezzo per quantificare speranze e progetti per il futuro.

Nei cinquant'anni trascorsi dall'introduzione del metodo input-output, le sue applicazioni pratiche sono proliferate, ed esso è divenuto uno strumento standard per l'indagine della struttura economica di regioni e di sistemi più piccoli come stati, città e grandi compagnie industriali. La compilazione di tabelle nazionali input-output è entrata a far parte del programma statistico di tutti i paesi sviluppati e di molti fra i meno sviluppati. Nel 1973, quando cominciò la costruzione del nostro modello del mondo, esistevano tabelle input-output per oltre sessanta paesi, molti dei quali (tra gli altri USA, Giappone, Norvegia) pubblicavano le loro tabelle a intervalli regolari.

Una tabella nazionale input-output descrive la rete di relazioni interindustriali, tecnologicamente determinate, che costituiscono il tessuto economico di un paese. Naturalmente, molti dei fili del tessuto (le quantità di beni prodotti e di servizi forniti) attraversano i confini geografici e sono intrecciati nel tessuto di un altro paese, ma fino a poco tempo fa questi fili sono sempre rimasti «a penzoloni». Non era stato fatto alcun tentativo di legare le varie tabelle nazionali, un'omissione questa che non solo ha impedito l'applicazione sistematica del metodo input-output all'indagine della struttura delle relazioni economiche internazionali, ma ha anche introdotto un elemento di incertezza nello studio delle economie nazionali. Questo problema viene risolto, nel modello input-output dell'economia mondiale, in un modo molto semplice: il mondo è visualizzato come formato da 15 regioni geografiche distinte, ciascuna delle quali è descritta da una propria tabella input-output, e tutte queste tabelle sono poi collegate da una rete di flussi interregionali di merci.

Anche se il disegno complessivo di questo modello multiregionale - il primo modello input-output dell'economia mondiale - è semplice, la sua costruzione si è rivelata in impegno assai complesso. Tanto per incominciare, i risultati della raccolta di informazioni in tutto il mondo dovevano essere combinati in modo da creare un quadro dettagliato della struttura input-output di ciascuna economia regionale nel 1970 (l'anno base scelto per

L'innovazione tecnologica svolge un ruolo chiave nello sviluppo economico delle nazioni, creando quelle che sono, in sostanza, nuove risorse. Un esempio è costituito dal terreno, ritenuto coltivabile, visibile come uno schema di puntini rossi distribuiti esagonalmente in forma compatta nell'immagine a falsi colori ripresa dal Landsat, riprodotta nella pagina a fronte, che mostra una zona desertica nei pressi dell'Oasi di Cufra in Libia. I puntini sono campi circolari coltivati mediante irrigazione a perno centrale. Ciascun puntino ha un diametro di circa un chilometro e mezzo.

il modello). Le distribuzioni risultanti dovevano poi essere disposte in un'unica grande banca di dati e immagazzinate in un calcolatore. (Alcune tavole nazionali input-output sono così grandi da non poter essere stampate.) Infine, si dovevano scrivere complessi programmi di calcolatore per mettere in pratica il modello; cioè la informazione strutturale contenuta nella banca di dati doveva essere trasformata in un sistema opportuno di equazioni e, quindi, le equazioni dovevano essere risolte simultaneamente al fine di ottenere accurate previsioni dello sviluppo futuro.

Nel 1978, con il titolo *The Future of the World Economy* (traduzione italiana: *Il futuro dell'economia mondiale,* Mondadori, Milano) è stato pubblicato un insieme di previsioni particolareggiate ottenute con l'uso del modello multiregionale input-output. Queste previsioni, tutte a partire dall'anno base 1970, forniscono descrizioni comprensive dello stato di ciascuna delle 15 regioni del modello mondiale e delle relazioni fra di esse negli anni 1980, 1990 e 2000. La suddivisione del mondo in 15 regioni geografiche con un grado ragionevole di omogeneità economica è stata raggiunta disponendo dapprima tutti i paesi del mondo in ordine decrescente di reddito annuale medio pro capite e, poi, raggruppando quelli che apparivano all'incirca allo stesso stadio di sviluppo economico e possedevano una disponibilità analoga di risorse naturali.

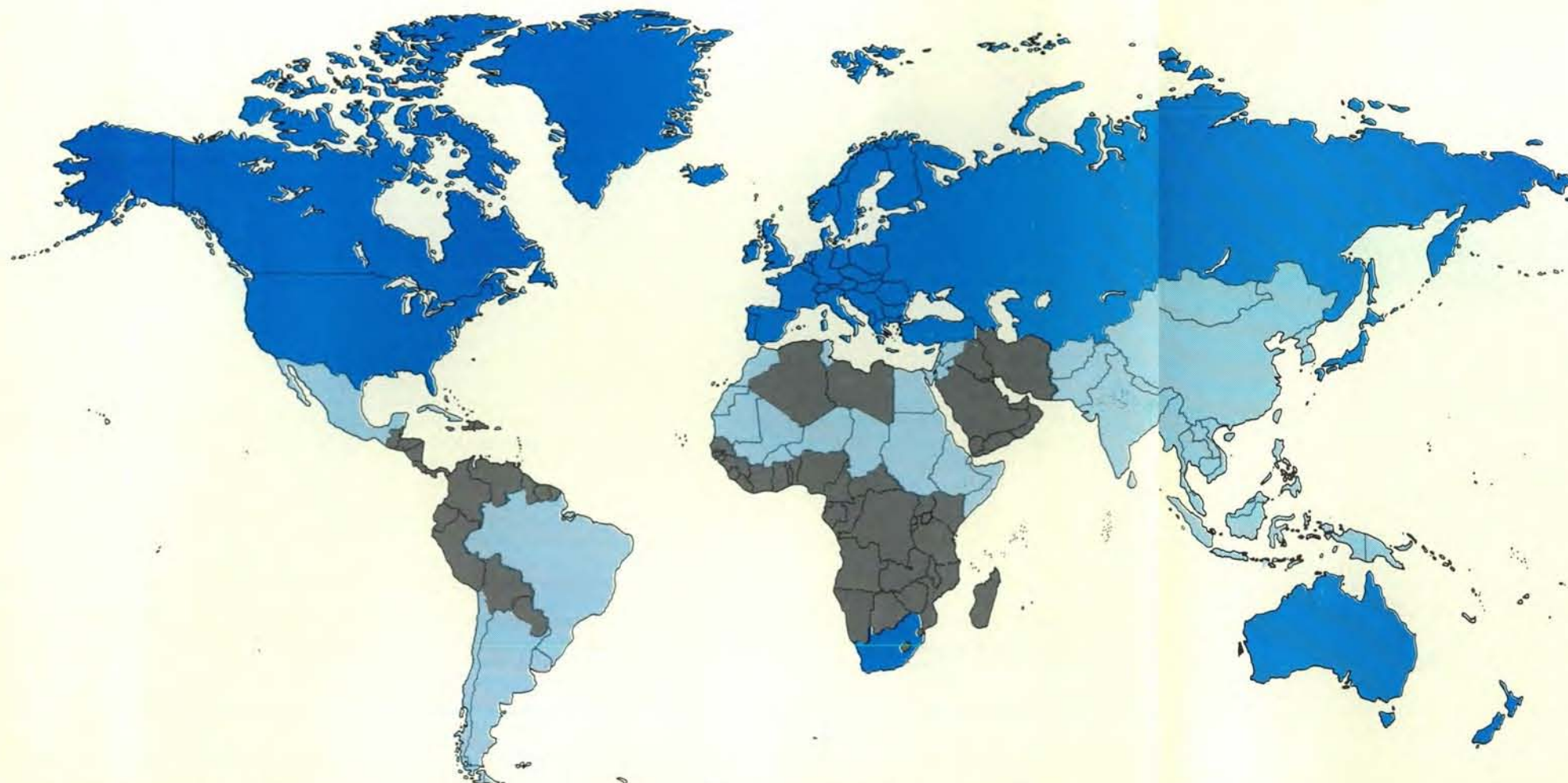
Al fine della presentazione e dell'interpretazione dei risultati delle previsioni economiche globali formulate a livello regionale, si è rivelato conveniente raggruppare ulteriormente le 15 regioni in tre categorie principali: le regioni sviluppate, le regioni meno sviluppate, ma ricche di risorse, e le regioni meno sviluppate e povere di risorse. Nel 1970 le regioni sviluppate del pianeta che comprendevano (in ordine decrescente di reddito annuo pro capite) il Nord America, l'Oceania (soprattutto Australia e Nuova Zelanda), l'Europa occidentale, il Giappone, l'URSS, l'Europa orientale (esclusa l'URSS), il Sudafrica e l'Europa mediterranea, avevano una popolazione totale di 1,108 miliardi di abitanti e un reddito medio pro capite di 2534 dollari. Le regioni meno sviluppate, ma ricche di risorse, che comprendevano l'America Latina a basso reddito e gli stati produttori di petrolio del Medio Oriente e dell'Africa tropicale, avevano una popolazione di 358 milioni di abitanti e un reddito medio di 278 dollari. Le regioni meno sviluppate e povere di risorse comprendevano l'America Latina a basso reddito, le regioni aride dell'Africa, le nazioni a pianificazione centralizzata dell'Asia e l'Asia a basso reddito, con una popolazione totale di 2,154 miliardi di abitanti e un reddito medio di 186 dollari *(si veda l'illustrazione in basso in questa pagina).*

Quali sono le possibilità di colmare effettivamente il divario fra il reddito che ci si può attendere in un paese sviluppato e il reddito che ci si può attendere in un paese meno sviluppato e povero di risorse naturali? Una crescita di tal genere può essere ottenuta con le attuali politiche che regolano il credito e le bilance commerciali fra le nazioni? Una revisione radicale di queste politiche consentirebbe di accelerare la crescita dei paesi più poveri e meno sviluppati? E che effetto potrebbe avere sul divario di reddito un accordo internazionale per la limitazione degli investimenti militari? Il modello multiregionale input-output, le cui previsioni sono basate sui dati reali dell'economia mondiale, fornisce un mezzo affidabile per esplorare questi problemi (e molti altri). Per capire come si costruiscono le previsioni, è necessario considerare la struttura e il funzionamento del modello più particolareggiatamente e, pertanto, cercherò di spiegare come l'analisi input-output venga applicata a un sistema economico.

Il metodo input-output analizza una economia in termini della sua produzione e del suo consumo di beni e servizi. L'output totale di ciascuno dei beni e dei servizi, prodotti e consumati in una particolare economia nazionale, viene diviso fra gli «utilizzatori finali» come consumatori, governi (che consumano i beni direttamente) e i vari settori produttivi dell'economia (che consumano beni indirettamente, in qualità di input nei rispettivi processi, industriali o agricoli). Il valore totale in dollari di tutti i beni e i servizi forniti agli utilizzatori finali costituisce il prodotto nazionale lordo (PNL). L'entità delle transazioni interindustriali in un'economia svolge ovviamente una parte rilevante nel determinare i livelli di reddito e di consumo all'interno di questa economia. Un vantaggio importante dell'analisi input-output sta nel fatto che queste transazioni sono introdotte nel modello dell'economia attraverso il sistema di equazioni lineari (equazioni con variabili esclusivamente di primo grado) che serve a descriverlo.

In un sistema di equazioni input-output le variabili rappresentano grandezze incognite che descrivono uno «stato» o una situazione particolare dell'economia e i coefficienti rappresentano l'interdipendenza dei vari settori produttivi dell'economia. Questi coefficienti strutturali devono essere determinati empiricamente e, in genere, sono derivati dalla matrice numerica - la tavola input-output - che descrive il flusso di beni e servizi all'interno dell'economia in un dato periodo di tempo. Ciascuna riga di una tavola input-output mostra le consegne, effettuate dal settore associato a tale riga, a tutti i settori dell'economia (incluso quel settore stesso) e a tutti gli utilizzatori finali *(si veda l'illustrazione alla pagina 134).*

Nel formato tipo di una tabella input-output l'elenco dei principali settori produttivi di un'economia compare due volte, una volta in testa alla matrice e una volta lungo il lato sinistro, creando una disposizione quadrata di flussi interindustriali che costituisce il centro della tavola. In altre parole, la cifra che appare nella riga i, colonna j di questa parte della tabella rappresenta la parte dell'output totale del settore i che è fornita come input al settore j. Le consegne agli utilizzatori finali, che comprendono famiglie, governi, esportazioni, importazioni, investimenti per nuove capacità produttive (cioè in aggiunta al patrimonio esistente di macchinari, costruzioni e materiali), sono inserite nell'ultima colonna della matrice. Le ultime righe presentano quegli input che non sono rappresentati da flussi intersettoriali, ivi compresi il costo del lavoro, il pagamento di interessi, le locazioni dei fabbricati, tasse, e così via. Per ciascun settore questi ultimi input possono essere sommati in modo da ottenere il «valore aggiunto» da questo settore alle materie prime, all'energia, e a tutti gli input intermedi ricevuti o acquistati dagli altri settori dell'economia. Analogamente, le ultime forniture di ciascun settore, o quelle parti del suo output che vanno agli utilizzatori finali, possono essere viste come componenti della «domanda finale» per il bene che quel settore produce.

(Tutti i trasferimenti di beni mostrati in una tabella input-output comportano grandezze fisiche, come staie di grano o tonnellate di acciaio. Nella maggior parte dei casi, per l'assenza di informazioni relative a tali grandezze fisiche, i vari input e i vari output della tabella sono descritti in termini del loro valore in «dollari costanti». Quale sia il vantaggio dell'esprimere i flussi in questo modo, si può vedere confrontando due tavole input-output per la stessa economia in anni diversi. Suppo-

Questa cartina mondiale mostra come le nazioni del mondo possano essere suddivise in tre categorie economiche: sviluppate *(in colore scuro)*, meno sviluppate ricche di risorse *(in grigio)* e meno sviluppate povere di risorse *(in colore chiaro)*. Ai fini della previsione dello sviluppo economico futuro, il modello input-output dell'economia mondiale analizza 15 regioni omogenee, che costituiscono queste categorie. Nel 1970, anno base del modello, le otto regioni classificate come sviluppate, con il 31 per cento della popolazione mondiale, avevano un reddito annuo medio pro capite di 2534 dollari. Le tre regioni meno sviluppate ricche di risorse, con il 10 per cento della popolazione, avevano un reddito medio annuo pro capite di 278 dollari. Le quattro regioni meno sviluppate povere di risorse, con il 59 per cento della popolazione mondiale, avevano un reddito medio annuo pro capite di 186 dollari.

AMBIENTE E INQUINAMENTO

LE SCIENZE *edizione italiana di* SCIENTIFIC AMERICAN *ha pubblicato su questo argomento numerosi articoli tra cui:*

CIRCOLAZIONE GLOBALE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO
di R. E.Newell (n. 32)

INQUINAMENTO DA MERCURIO
di L. J. Goldwater (n. 36)

ENERGIA «PULITA» DA COMBUSTIBILI «SPORCHI»
di A. M. Squires (n. 53)

L'ELIMINAZIONE DEI RIFIUTI NELL'OCEANO
di W. Bascom (n. 76)

FARFALLE MELANICHE E ARIA PULITA
di J. A. Bishop e L. M. Cook (n. 81)

CATRAME PELAGICO
di J. N. Butler (n. 86)

L'INQUINAMENTO DA TRIZIO
di G. Zamparo (n. 90)

EFFETTI ANTROPOGENICI SULL'OZONOSFERA
di F. Verniani (n. 102)

IL CONFINAMENTO DELLE SCORIE RADIOATTIVE
di B. L. Cohen (n. 110)

IL PROBLEMA DELL'ANIDRIDE CARBONICA
di G. M. Woodwell (n. 115)

INQUINAMENTO DA PCB
di H. Suzuki (n. 116)

Numero del settore industriale	Numero del settore industriale	Bestiame e prodotti derivati	Raccolti agricoli	Prodotti di selvicoltura e pesca	Servizi per agricoltura, selvicoltura e pesca	Estrazione di minerali di ferro e ferrolega	Uso interindustriale totale	Spese per il consumo privato	Formazione di capitale privato lordo fisso	Esportazioni	Importazioni	Acquisti del governo federale	Acquisti governativi statali e locali	Domanda finale totale	Output totale dell'industria
		1	2	3	4	5		80	81	82	83	84	85		
1	Bestiame e prodotti derivati	11 316	870	-----	188	-----	41 958	1 454	-----	111	−259	4	71	1 381	43 339
2	Raccolti agricoli	10 088	1 129	-----	52	-----	27 160	4 580	-----	4 763	−630	−982	189	7 920	35 080
3	Prodotti di selvicoltura e pesca	-----	-----	9	11	-----	2 696	848	-----	105	−1 152	−533	7	−725	1 971
4	Servizi per agricoltura, selvicoltura e pesca	1 222	1 289	49	106	-----	3 361	125	-----	19	−2	14	49	205	3 566
5	Estrazione di minerali di ferro e ferrolega	-----	-----	-----	-----	24	1 775	-----	-----	102	−619	−25	-----	−542	1 233
6	Estrazione di metalli non ferrosi	-----	-----	-----	-----	3	2 466	-----	199	32	−414	−7	-----	−190	2 276
7	Estrazione di carbone	-----	1	-----	-----	4	4 749	125	-----	496	−1	48	22	690	5 439
8	Petrolio greggio e gas naturale	-----	-----	-----	-----	-----	19 439	-----	53	1	−2 763	-----	-----	−2 709	16 730
9	Estrazione e scavi di pietre e argilla	1	88	-----	1	6	3 046	5	-----	90	−179	−2	−49	−135	2 911
10	Estrazione di prodotti chimici e fertilizzanti	-----	46	-----	-----	-----	459	3	-----	79	−96	−2	49	33	492
11	Manutenzione e opere di riparazione	224	304	-----	55	33	26 995	-----	-----	6	-----	2 079	7 337	9 422	36 417
12	Materiale militare e accessori	-----	-----	-----	*	-----	399	457	80	325	−81	5 742	16	6 539	6 938
13	Alimenti e prodotti affini	5 324	1	46	26	*	46 802	73 276	-----	2 862	−4 857	310	2 229	73 820	120 622
14	Lavorazione del tabacco	*	*	*	*	*	2 377	6 087	-----	839	−71	-----	−1	6 854	9 231
15	Tessuti grandi e piccoli, filati e filande	-----	10	-----	-----	-----	16 950	639	-----	432	−895	26	58	260	17 210
16	Tessuti vari e rivestimenti di pavimenti	13	54	52	43	-----	4 391	1 513	606	156	−586	16	3	1 708	6 099
17	Abbigliamento	-----	-----	-----	-----	-----	9 767	22 563	-----	260	−2 638	131	82	20 398	30 165
18	Vari prodotti tessili confezionati	-----	19	23	13	-----	2 824	2 775	-----	103	−134	145	49	2 938	5 762
19	Legname e derivati, eccetto i contenitori	6	3	-----	-----	3	22 424	384	5	850	−2 073	30	27	−777	21 647
20	Contenitori di legno	1	121	-----	17	-----	446	-----	-----	3	−4	13	-----	12	458
I	Input intermedi totali	33 776	15 480	704	1 833	721	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
VA	Valore aggiunto totale	9 563	19 600	1 267	1 733	511	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
EC	Compensi degli occupati	1 854	2 556	395	1 249	247	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
BT	Tasse indirette sugli affari	794	701	59	108	60	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
PTI	Reddito per tipo di attività	6 914	16 343	813	375	204	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
T	Totale	43 339	35 080	1 971	3 566	1 233	-----								-----

Una tavola di flusso input-output, che fornisce la base statistica per l'analisi input-output, raffigura tutti i trasferimenti reali di beni e servizi, all'interno di una particolare economia, in un dato periodo di tempo. Come si vede nel diagramma in alto, il corpo centrale di una tavola di flusso è costituito dalla «matrice dei flussi interindustriali», in cui i valori riportati in ciascuna riga descrivono in che modo l'output del settore corrispondente a tale riga viene distribuito a tutti i settori produttivi dell'economia (incluso il settore stesso di partenza). Per esempio, nella tavola di flusso i cui quattro angoli sono raffigurati in basso, viene descritta la struttura interindustriale dell'economia statunitense, in termine di flussi fra 79 settori di produzione. (In questa tavola, che è stata compilata per il 1972, tutti i valori rappresentano milioni di dollari costanti del 1972, e gli asterischi indicano transazioni di valore inferiore al mezzo milione di dollari.) La sezione in alto a destra della tavola di flusso elenca le consegne di output di ciascun settore agli utilizzatori finali, cioè a quanti consumano merci direttamente, anziché sotto forma di input per la produzione di altre merci. Nella tavola relativa agli USA queste «consegne finali» vanno a soddisfare componenti della domanda come il consumo individuale, acquisti governativi, esportazioni e importazioni (che, dal momento che riducono la domanda aggregata interna per una data merce, che deve essere soddisfatta dalla produzione interna, debbono essere inserite nella tabella sotto forma di valori negativi). Come la distribuzione dell'output di ciascun settore può essere letta lunga la corrispondente riga della tavola di flusso, così analogamente la combinazione di input che un settore richiede per la produzione del bene o del servizio suo specifico, può essere letta lungo la colonna corrispondente. La sezione in basso a sinistra di una tavola di flusso elenca quegli input di cui non si tiene conto mediante i flussi interindustriali. Nella tavola degli USA questi input comprendono salari, tasse e locazioni dei fabbricati, e questi input possono essere sommati per ottenere il «valore aggiunto» delle merci prodotte da un dato settore. Si possono sommare le consegne agli utilizzatori finali per ottenere la domanda finale per ciascuna merce, grandezza il cui valore in dollari rappresenta il contributo del settore corrispondente al prodotto nazionale lordo dell'economia. Nell'analisi input-output la domanda finale totale per l'output di ciascun settore, che appare nella penultima colonna della tavola di flusso per gli USA, dà conto non solo della distribuzione delle attuali forme di consumo pubblico e privato, ma anche delle aggiunte agli stock di varie componenti di capitale fisso e circolante, per esempio attrezzature e costruzioni. Una tavola input-output di questo tipo è equilibrata, nel senso che l'output totale di ciascun settore (che appare nell'ultima colonna, nella tavola degli USA) è uguale alla somma di tutte le sue consegne interindustriali e di uso finale, e anche alla somma di tutti i suoi input interindustriali più il valore aggiunto (riga in basso). Le «voci in equilibrio» che compaiono nella sezione a destra in basso in una tavola di flusso rappresentano l'equilibrio tra redditi e spese nell'economia, le cui transazioni interindustriali sono descritte dalla tavola stessa.

niamo che un esame delle tavole riveli che il costo del rame necessario per produrre televisori per un valore di un milione di dollari sia aumentato da 10 a 15 mila dollari nel tempo intercorso fra la costruzione delle due tabelle. Questa variazione può essere attribuita almeno in parte a variazioni nei prezzi dei televisori, o a variazioni nei prezzi del rame, o a variazioni in ambedue i prezzi. Se in ambedue le tavole sia gli input sia gli output sono misurati in prezzi costanti, tuttavia, la variazione nel costo del rame necessario rappresenta una variazione reale nell'equilibrio input-output del settore di produzione dei televisori, una variazione che origina da un cambiamento effettivo nella tecnologia.)

Una matrice input-output del tipo descritto sopra si definisce tavola dei flussi, e non è difficile vedere che una tale tavola è equilibrata, nel senso che dell'output totale di ciascun settore si tiene conto attraverso la somma di tutte le sue consegne interindustriali e di quelle agli utilizzatori finali e attraverso la somma di tutti i suoi input interindustriali e del suo valore aggiunto. E, sommando per tutti i settori o la domanda finale per l'output di ciascun settore o il valore aggiunto agli input di ciascun settore, si ottiene il PNL. (È importante notare che le importazioni, che riducono per un bene la domanda aggregata che deve essere soddisfatta dalla produzione nazionale, debbono essere inserite come quantità negative, se la tavola deve essere in equilibrio.)

Pertanto, nel quadro schematico di un'economia presentato dalla tavola dei flussi input-output l'allocazione di tutti i beni e i servizi prodotti dall'economia (compresa la distribuzione di tutte le risorse primarie come petrolio, minerali e lavoro) è evidente esaminando la tabella riga per riga. Le relazioni tecnologiche fondamentali che controllano il trasferimento di beni e di servizi all'interno dell'economia, d'altra parte, risultano evidenti esaminando la tabella colonna per colonna. Queste relazioni strutturali risultano ancor più chiaramente se l'informazione nella tavola dei flussi è ricodificata dividendo l'output, fornito da un settore a un altro, per l'output totale del settore che riceve questo input. In questo modo si crea una matrice dei coefficienti di input in cui l'elemento alla riga *i*, colonna *j* rappresenta la parte dell'output del settore *i* che viene assorbita dal settore *j* per ciascuna unità dell'output totale del settore *j*. Così l'insieme di coefficienti contenuto in ciascuna colonna della nuova matrice è equivalente alla «ricetta» seguita dal settore associato a tale colonna nella produzione della sua particolare merce. In effetti, moltiplicando l'output totale del settore per ciascuno di questi coefficienti di input si riproduce la colonna corrispondente della tavola dei flussi: l'insieme del flussi di input che il settore deve ricevere da altri settori al fine di produrre l'output totale.

La combinazione dei vari input di cui un settore particolare ha bisogno al fine di

DIAPROIETTORE SONORO
799 RINGMASTER
è uno degli audiovisivi BELL & HOWELL

799 RINGMASTER
per piccolo e grande schermo, sonoro, automatico, programmabile, si ferma, riparte, registra... insomma fa tutto ciò che vuoi.

799 RINGMASTER
un sistema audiovisivo completo, ideale per le riunioni, la pubblicità, l'insegnamento, la vendita e... ovviamente per le tue diapositive.

BELL & HOWELL ITALIA S.p.A.
Via Inverigo, 6 - 20151 Milano
Telefono: 02/3085211-3085229-306841-2-3 Tx 331153

TECNOLOGIA

LE SCIENZE *edizione italiana di* SCIENTIFIC AMERICAN

ha pubblicato su questo argomento numerosi articoli tra cui:

TECNOLOGIA E PAESI IN VIA DI SVILUPPO
di G. Myrdal (n. 79)

AUTOMATISMI
di J. S. Albus e J. M. Evans, Jr. (n. 94)

IL SISTEMA MONDIALE DI TELECOMUNICAZIONI VIA SATELLITE
di B. I. Edelson (n. 106)

GLI IMPIEGHI DELLA RADIAZIONE DI SINCROTRONE
di E. L. Rowe e J. H. Weaver (n. 110)

COMUNICAZIONI SU ONDA LUMINOSA
di W. S. Boyle (n. 112)

COME CONSERVARE L'ENERGIA
di G. B. Zorzoli (n. 115)

MONTAGGIO GUIDATO DAL CALCOLATORE
di J. L. Nevins e D. E. Whitney (n. 116)

LA CONVERSIONE BIOLOGICA DELL'ENERGIA SOLARE
di I. F. Quercia e P. Quercia (n. 119)

PROGETTI ALTERNATIVI PER IL MOTORE D'AUTOMOBILE
di D. G. Wilson (n. 121)

APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELLE MEMBRANE SINTETICHE
di H. P. Gregor e C. D. Gregor (n. 121)

LA CENTRIFUGAZIONE GASSOSA
di Donald R. Olander (n. 122)

produrre il suo output totale è governata essenzialmente da considerazioni tecniche; e per questo la matrice dei coefficienti di input è denominata tavola strutturale o dei coefficienti tecnici input-output. I coefficienti in questa matrice strutturale danno luogo a un sistema di equazioni lineari che costituiscono l'essenza del modello input-output dell'economia, le equazioni che descrivono le relazioni equilibrate fra i livelli di output in tutti i settori produttivi dell'economia e le grandezze dei prodotti rispettivi forniti agli utilizzatori finali.

Nella notazione sintetica dell'algebra matriciale il sistema di equazioni può essere espresso nella forma $x - Ax = y$, dove A è la sezione quadrata interindustriale della matrice dei coefficienti tecnici, x è il vettore-colonna, ovvero la matrice unidimensionale che elenca l'output totale di ciascuno dei settori produttivi dell'economia, e y è il vettore-colonna che elenca la parte dell'output totale di ciascun settore fornita agli utilizzatori finali. Così, Ax descrive i contributi forniti dai vari settori al soddisfacimento delle necessità di input intersettoriali dell'economia, e così l'equazione $x - Ax = y$ presenta il fatto che il PNL di una economia (y) dipende dalla differenza fra il suo output totale (x) e le sue transazioni interindustriali (Ax). (Una descrizione dell'aritmetica matriciale, attraverso la quale questa semplice equazione $x - Ax = y$ è trasformata nel grande sistema di equazioni lineari che descrive in dettaglio le interrelazioni dei vari settori dell'economia, è presentata nell'illustrazione di pagina 140).

L'efficacia dell'analisi input-output sta nel fatto che l'equazione $x - Ax = y$, o piuttosto il sistema di equazioni lineari che essa implica, può essere applicata in una grande quantità di modi, in funzione di quali variabili vengono considerate grandezze date e di quali vengono considerate grandezze incognite. Per esempio, un economista, conoscendo la limitata capacità di produzione del sistema economico descritto da A, potrebbe voler considerare il vettori x (o perlomeno alcune delle sue componenti) come dato, e risolvere l'equazione per il vettore y, per prevedere il massimo PNL che il sistema può raggiungere. Un altro studioso, cercando di determinare le conseguenze di una variazione negli acquisti governativi o nella domanda dei consumatori sull'economia descritta da A, può assegnare dei valori a y, e risolvere l'equazione rispetto a x, in altre parole prevedere la quantità di output da ciascun settore necessaria per ottenere il PNL desiderato.

Oltre a spiegare i flussi fisici di input e output in un'economia particolare, il sistema input-output descritto prima serve anche per chiarire la relazione fra prezzi e costi nell'economia. Un vettore di coeffi-

Numero del settore industriale		Bestiame e prodotti derivati	Raccolti agricoli	Prodotti di selvicoltura e pesca	Servizi per agricoltura, selvicoltura e pesca	Estrazione di minerali di ferro e ferrolega
	Numero del settore industriale	1	2	3	4	5
1	Bestiame e prodotti derivati	0,26110	0,02481	-------	0,05278	-------
2	Raccolti agricoli	0,23277	0,03218	-------	0,01444	-------
3	Prodotti di selvicoltura e pesca	-------	-------	0,00467	0,00294	-------
4	Servizi per agricoltura, selvicoltura e pesca	0,02821	0,03673	0,02502	0,02959	-------
5	Estrazione di minerali di ferro e ferrolega	-------	-------	-------	-------	0,01972
6	Estrazione di metalli non ferrosi	-------	-------	-------	-------	0,00268
7	Estrazione di carbone	-------	0,00002	-------	-------	0,00357
8	Petrolio greggio e gas naturale	-------	-------	-------	-------	-------
9	Estrazione e scavi di pietre e argilla	0,00001	0,00251	-------	0,00034	0,00511
10	Estrazione di prodotti chimici e fertilizzanti	-------	0,00130	-------	-------	-------
11	Manutenzione e opere di riparazione	0,00517	0,00867	-------	0,01534	0,02637
12	Materiale militare e accessori	-------	-------	-------	0,00003	-------
13	Alimenti e prodotti affini	0,12284	0,00003	0,02855	0,00729	0,00008
14	Lavorazione del tabacco	0,00001	0,00001	0,00005	0,00011	0,00008
15	Tessuti grandi e piccoli, filati e filande	-------	0,00027	-------	-------	-------
16	Tessuti vari e rivestimenti di pavimenti	0,00030	0,00154	0,02649	0,01195	-------
17	Abbigliamento	-------	-------	-------	-------	-------
18	Vari prodotti tessili confezionati	-------	0,00055	0,01142	0,00367	-------
19	Legname e derivati, eccetto i contenitori	0,00013	0,00009	-------	-------	0,00203
20	Contenitori di legno	0,00002	0,00345	-------	0,00468	-------
VA	Valore aggiunto totale	0,22066	0,55872	0,64273	0,48588	0,41493
EC	Compensi degli occupati	0,04276	0,07285	0,20020	0,35031	0,20065
IBT	Tasse indirette sugli affari	0,01833	0,01997	0,02979	0,03037	0,04901
PTI	Reddito per tipo di attività	0,15957	0,46589	0,41274	0,10520	0,16528
T	Totale	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Una tavola dei coefficienti tecnici, derivata dalla tavola di flusso input-output per una particolare economia, mostra la struttura interna dell'economia. Come si può vedere da queste sezioni della tavola dei coefficienti tecnici per l'economia statunitense del 1972, ciascun elemento costituisce il rapporto fra un input a un settore particolare e l'output totale prodotto da tale settore. Così nella matrice ciascuna colonna presenta la combinazione di input che il settore corrispondente richiede per produrre una unità di output, una «ricetta» governata, sostanzialmente, dalla tecnologia.

cienti tecnici che descriva, per esempio, le quantità di minerali, di carbone, di materiali che aiutano la fusione, di lavoro e di altri input necessari per produrre una tonnellata di acciaio, può essere impiegato per formulare una equazione che descriva le relazioni necessariamente equilibrate fra i prezzi di tutti questi fattori e il prezzo dell'acciaio. Con maggiore precisione, il prezzo dell'acciaio deve essere uguale ai costi combinati di tutti gli input, più il profitto normale che l'industria dell'acciaio deve guadagnare per unità di output. Senza entrare in particolari ulteriori, è importante sottolineare che, parallelamente al sistema di equazioni che rappresentano l'equilibrio e pertanto l'interdipendenza fra tutti i flussi di merci in un'economia, si può formulare un sistema «duale» di equazioni prezzi-costi, che descrive l'equilibrio fra i costi e i prezzi di tutti i beni e di tutti i servizi prodotti e consumati nell'ambito dell'economia. In ambedue i sistemi di equazioni compare la stessa grande matrice quadrata di coefficienti tecnici, benché rivesta in essi ruoli differenti.

Il modello multiregionale input-output dell'economia mondiale consiste di 15 tabelle dei coefficienti tecnici del tipo che ho descritto qui. Ciascuna regione è visualizzata come un insieme di 48 settori di attività economica che comprendono quattro differenti settori agricoli (fra cui «prodotti animali», «cereali», «raccolti ad alto tenore proteico» e «tuberi») e 22 settori manifatturieri (che comprendono «lavorazioni alimentari», «tessili», «fertilizzanti» e vari tipi di macchinari e apparecchiature). Vi sono settori singoli, relativi a «acqua ed elettricità», «costruzioni», «trasporti», «comunicazioni» e altre attività di servizi come l'assistenza sanitaria, l'istruzione, riparazioni e commercio. Sono trattati anche gli input di nove minerali, che comprendono cinque metalli e quattro tipi di combustibili.

Molto prima che si iniziasse la costruzione di un modello mondiale, l'analisi input-output era stata estesa ad aree in genere considerate al di fuori della rete delle transazione economiche tradizionali. Per esempio, per entrare nell'area della protezione ambientale, è necessario soltanto includere nella matrice fondamentale strutturale di un'economia ulteriori righe di coefficienti tecnici che descrivono od opportune tecnologie per il disinquinamento, o i vari fattori inquinanti (per esempio la quantità di particelle liberate nell'atmosfera da un altoforno, per tonnellata di ghisa prodotta, o la quantità di acque sporche liberate in un fiume da un'acciaieria per tonnellata di acciaio prodotta). Nella descrizione delle attività economiche di ciascuna delle 15 regioni del modello mondiale sono inclusi cinque tipi di attività disinquinanti e le emissioni di otto tipi principali di inquinanti.

Oltre a descrivere i flussi degli input attuali a ciascun settore di una particolare regione, il modello mondiale descrive in che misura ciascun settore si basi sugli «stock» esistenti di edifici, macchinari, apparecchiature ausiliarie, materie prime e prodotti finiti e semilavorati. La crescita economica comporta un aumento delle capacità produttive sotto forma di aggiunte, opportunamente proporzionate, alle varie componenti di questi tipi di capitale fisso e di capitale circolante e un modello input-output come il modello multiregionale del mondo, che riflette le relazioni strutturali fra stock e flussi, viene definito «dinamico» anziché storico.

In un modello dinamico input-output la struttura tecnica delle capacità produttive di nuova creazione è specificata tramite una matrice ausiliaria, definita «tabella dei coefficienti di capitale», i cui elementi rappresentano gli stock addizionali di beni di capitale che - a un dato stadio della tecnologia - ciascun settore dell'economia dovrebbe acquisire al fine di aumentare di una unità di output la capacità produttiva dei suoi impianti *(si veda l'illustrazione a pagina 141)*. Per tenere conto di questi coefficienti di capitale, si costruisce un insieme di equazioni input-output più complesse di quelle precedentemente descritte. Non sarà necessario approfondire la natura di questo sistema di equazioni: è importante notare, tuttavia, che, poiché il modello multiregionale dell'economia mondiale è di tipo dinamico, l'introduzione di una nuova tecnologia nei processi industriali appare in queste equazioni sotto forma di variazioni sia nei coefficienti di capitale, sia nei coefficienti di input; pertanto le innovazioni tecnologiche si riflettono nelle equazioni dalle quali si calcolano le proiezioni.

Nel sistema delle equazioni input-output derivato dai coefficienti di capitale e di input per il modello mondiale, esistono solo due tipi di variabili: quelle che rappresentano gli output di settore e quelle che rappresentano le domande finali di beni e servizi. Ovviamente, esistono molti altri fattori che determinano lo stato dell'economia mondiale in un dato istante, e tali fattori entrano nel modello mondiale attraverso un insieme ausiliario di equazioni, che servono a calcolare la domanda finale per ogni merce nell'economia. In queste equazioni compaiono in tutto oltre duecento variabili, che spaziano dai tradizionali aggregati macroeconomici e dalle grandezze demografiche, alle grandezze geologiche che descrivono la condizione della Terra e le riserve di risorse naturali nelle 15 regioni contemplate dal modello. In questo modo è assicurata una rappresentazione particolareggiata del sistema economico mondiale.

Per creare una tabella strutturale input-output per l'economia mondiale, i quindici insiemi di coefficienti che descrivono la struttura tecnica delle differenti regioni del modello sono disposti (in ordine decrescente di reddito pro capite delle rispettive regioni) lungo la diagonale di una grande matrice vuota *(si veda l'illustrazione a pagina 142)*. Ciascuno di questi singoli blocchi è formato da 175 righe e 275 colonne: la matrice quadrata dei coefficienti tecnici per ciascuna regione, resa rettangolare dall'aggiunta dei coefficienti che corrispondono alle variabili supplementari. Le dimensioni della matrice più grande sono tuttavia un po' supe-

Numero del settore industriale		Bestiame e prodotti derivati	Raccolti agricoli	Prodotti di selvicoltura e pesca	Servizi per agricoltura, selvicoltura e pesca	Estrazione di minerali di ferro e ferrolega
	Numero del settore industriale	1	2	3	4	5
1	Bestiame e prodotti derivati	1,45776	0,04320	0,01794	0,10723	0,00131
2	Raccolti agricoli	0,36926	1,04669	0,01665	0,06182	0,00119
3	Prodotti di selvicoltura e pesca	0,00203	0,00065	1,00493	0,00363	0,00067
4	Servizi per agricoltura, selvicoltura e pesca	0,05760	0,04167	0,02585	1,03749	0,00122
5	Estrazione di minerali di ferro e ferrolega	0,00063	0,00061	0,00123	0,00070	1,02225
6	Estrazione di metalli non ferrosi	0,00090	0,00134	0,00140	0,00111	0,01340
7	Estrazione di carbone	0,00251	0,00226	0,00160	0,00244	0,01091
8	Petrolio greggio e gas naturale	0,01624	0,02317	0,01686	0,01950	0,01784
9	Estrazione e scavi di pietre e argilla	0,00194	0,00400	0,00067	0,00185	0,00651
10	Estrazione di prodotti chimici e fertilizzanti	0,00118	0,00284	0,00041	0,00093	0,00049
11	Manutenzione e opere di riparazione	0,02547	0,02522	0,00875	0,02886	0,05205
12	Materiale militare e accessori	0,00003	0,00003	0,00003	0,00007	0,00003
13	Alimenti e prodotti affini	0,22235	0,01087	0,03972	0,03916	0,00357
14	Lavorazione del tabacco	0,00010	0,00007	0,00012	0,00021	0,00017
15	Tessuti grandi e piccoli, filati e filande	0,00230	0,00252	0,01588	0,00764	0,00172
16	Tessuti vari e rivestimenti di pavimenti	0,00262	0,00300	0,02839	0,01329	0,00117
17	Abbigliamento	0,00049	0,00034	0,00101	0,00085	0,00048
18	Vari prodotti tessili confezionati	0,00087	0,00101	0,01100	0,00409	0,00072
19	Legname e derivati, eccetto i contenitori	0,00463	0,00479	0,00523	0,00778	0,00726
20	Contenitori di legno	0,00172	0,00375	0,00026	0,00488	0,00011

Una matrice inversa dei coefficienti, derivata dalla tavola dei coefficienti tecnici per una particolare economia, mostra le relazioni dirette e indirette fra i vari settori produttivi dell'economia. Ciascuna colonna della matrice elenca gli incrementi nell'output totale dei vari settori dell'economia che sarebbero richiesti per fornire agli utilizzatori finali una unità addizionale di output dal settore associato con tale colonna. L'interdipendenza di tutti i settori di un'economia moderna sviluppata è tale che ciascun settore contribuisce, alla produzione di ciascuna merce fornita agli utilizzatori finali. Così, come si può vedere in questa sezione della matrice inversa dei coefficienti per l'economia statunitense nel 1972, le matrici inverse dei coefficienti non hanno elementi nulli.

ARCHEOLOGIA

LE SCIENZE *edizione italiana di* SCIENTIFIC AMERICAN

ha pubblicato su questo argomento numerosi articoli tra cui:

LA PROSPEZIONE ARCHEOLOGICA
di C. M. Lerici (n. 5)

LE PITTURE GRECHE DELLA TOMBA DEL TUFFATORE
di M. Napoli (n. 8)

UN AVVENTUROSO VIAGGIO COMMERCIALE BIZANTINO
di G. F. Bass (n. 39)

LA VITA NELLA GRECIA MICENEA
di J. Chadwick (n. 53)

LE INCISIONI RUPESTRI DELLA VALCAMONICA
di V. Fusco (n. 55)

MONTE SIRAI: UNA FORTEZZA CARTAGINESE IN SARDEGNA
di S. Moscati (n. 67)

17 000 ANNI DI PREISTORIA GRECA
di T. W. Jacobsen (n. 98)

ALLA SCOPERTA DELL'IMPERO DI CARTAGINE
di S. Moscati (n. 107)

COME EBBE INIZIO L'ETÀ DEL FERRO
di R. Maddin, J. D. Muhly e T. S. Wheeler (n. 113)

GLI ANTECEDENTI DELLA SCRITTURA
di D. Schmandt-Besserat (n. 120)

CARTAGINE E LE SUE MONETE
di E. Acquaro (n. 121)

riori a quindici volte 175 per 275, per cui rimane lo spazio per due ulteriori blocchi di coefficienti commerciali, che raffigurano il flusso di beni e servizi attraverso le varie regioni nel modello. Questo complesso meccanismo di collegamenti descrive non solo le esportazioni e le importazioni di circa 40 classi di beni e servizi, ma anche flussi di capitali, trasferimenti di aiuti e pagamenti di interessi all'estero, e il preciso carattere dei coefficienti che compaiono in questo meccanismo di collegamento si basa sull'introduzione, nell'analisi degli scambi interregionali, di «pool commerciali» mondiali immaginari.

Più precisamente, in un modello mondiale input-output, benché la produzione e il consumo di quei beni e di quei servizi che non sono coinvolti nel commercio interregionale debbano essere equilibrati all'interno di ciascuna regione, proprio come lo sono in un modello nazionale input-output, la produzione e il consumo dei beni trasferiti da regione a regione debbono essere equilibrati solo per il mondo come un tutto. Così, nel contesto delle equazioni di equilibrio per i beni all'interno delle quindici regioni del modello mondiale deve essere inserito un insieme di equazioni che esprima l'esistenza di un tale equilibrio planetario di input-output per ciascuno dei beni commerciati a livello interregionale. I coefficienti per queste equazioni di commercio sono ottenuti trattando la quantità di ciascun particolare tipo di merce, esportato da una particolare regione, come una porzione predeterminata delle esportazioni mondiali aggregate di tale merce e la quantità importata nella regione è trattata come una porzione fissa della quantità totale consumata in tale regione, come se tutte le esportazioni di ciascun merce commerciata a livello interregionale fossero dirette a un singolo pool commerciale planetario, da cui poi sono tratte le importazioni.

I coefficienti per le equazioni che assicurano l'equilibrio fra la produzione e il consumo di beni in tutto il sistema mondiale sono disposti in due blocchi sulla matrice mondiale input-output, l'uno lungo il lato destro e l'altro lungo il basso della matrice stessa. (Le grandi aree vuote all'esterno della diagonale principale della matrice, che non sono occupate da questi due insiemi di coefficienti, possono essere considerate da riempirsi con tutti zeri.) Gli elementi nel blocco alla destra della diagonale principale sono coefficienti di esportazione, che specificano le proporzioni assegnate alle varie regioni esportatrici dall'immaginario pool internazionale, attraverso il quale fluisce il commercio per ciascuna merce particolare. Gli elementi nel blocco al di sotto della diagonale principale sono coefficienti di importazione, che specificano le domande regionali di importazione per ciascuna merce, calcolate come percentuale fissa del totale del fabbisogno interno complessivo di ciascuna regione, di tale merce. (È interessante notare che il processo di «sostituzione d'importazione» che svolge spesso una parte importante nelle discussioni sull'industrializzazione, può essere descritto concisamente come una riduzione nella grandezza degli opportuni coefficienti di importazione.)

$$x \quad - \quad Ax \quad = \quad y$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 \\ a_{31} x_1 + a_{32} x_2 + a_{33} x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_1 - a_{11} x_1 - a_{12} x_2 - a_{13} x_3 \\ x_2 - a_{21} x_1 - a_{22} x_2 - a_{23} x_3 \\ x_3 - a_{31} x_1 - a_{32} x_2 - a_{33} x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} x_1(1 - a_{11}) - a_{12} x_2 - a_{13} x_3 &= y_1 \\ x_2(1 - a_{21}) - a_{22} x_2 - a_{23} x_3 &= y_2 \\ x_3(1 - a_{31}) - a_{32} x_2 - a_{33} x_3 &= y_3 \end{aligned}$$

I sistemi di equazioni *(blocco in grigio)* da cui si possono trarre previsioni dello sviluppo economico futuro possono essere costruiti a partire dalla matrice interindustriale, empiricamente determinata, dei coefficienti tecnici *(blocco in colore)* per l'economia considerata. L'equazione matriciale $x - Ax = y$ esprime le relazioni, necessariamente equilibrate, fra i livelli di output di tutti i settori produttivi dell'economia (elencati nel vettore colonna x) e le quantità dei rispettivi prodotti fornite agli utilizzatori finali (elencate nel vettore colonna y). Questo equilibrio dipende dalla matrice dei coefficienti tecnici per l'economia A, o più precisamente dal vettore Ax, che descrive i beni e i servizi assorbiti nella produzione degli output elencati in x. Sostituendo nell'equazione $x - Ax = y$ le opportune matrici (qui quelle che descrivono, simbolicamente, un'economia costituita da tre soli settori) e lavorando opportunamente nell'aritmetica matriciale, si ottiene un sistema di equazioni lineari input-output. Poiché nel sistema ci sono più variabili che equazioni, alcune delle variabili debbono essere fissate, prima di poter risolvere simultaneamente le equazioni. Fissando variabili diverse e cambiando il valore assoluto dei valori stabiliti, è possibile utilizzare le equazioni per generare una gamma di previsioni sullo sviluppo dell'economia.

L'introduzione, nel modello mondiale input-output, di pool di commercio mondiale immaginari impedisce l'analisi dei trasferimenti bilaterali, cioè da regione a regione, che collegano effettivamente le quindici regioni presenti nel modello, ma questa limitazione non dovrebbe essere considerata una debolezza del modello stesso. L'analisi delle bilance commerciali e della divisione internazionale del lavoro che le sostiene presenta problemi che è meglio escludere dall'elaborazione del modello. L'uso di pool commerciali per descrivere i flussi interregionali di beni e servizi consente la compatibilità del modello mondiale input-output con la teoria attuale, senza basarsi indebitamente sull'applicabilità pratica di tale teoria.

Come ci si potrebbe aspettare, l'applicazione dell'analisi input-output all'economia mondiale presenta problemi pratici, oltre che problemi teorici. Assemblare le migliaia di numeri necessari per realizzare il modello è stato un compito spaventoso. Nel combinare insieme il modello mondiale input-output, il grosso dell'informazione relativa alla struttura tecnica della manifattura moderna, delle attività estrattive, dei trasporti, dell'industria dei servizi e dell'agricoltura - l'insieme dei coefficienti di input per una matrice strutturale mondiale - è stato ottenuto dalle tavole esistenti per i paesi sviluppati, in particolare dalla tavola per gli USA del 1967, e dalla versione aggiornata di tale tavola al 1970. L'utilità delle tavole per la maggior parte dei paesi meno sviluppati è stata notevolmente diminuita da incompatibilità sia negli schemi di classificazione delle attività economiche, sia nelle convenzioni utilizzate per la misurazione di vari tipi di transazioni. D'altro canto, i conti del reddito nazionale, le statistiche del commercio estero e quelle demografiche compilate dall'ONU e dalle organizzazioni affiliate si sono dimostrate un tesoro di dati organizzati sistematicamente, senza il quale ci sarebbe stato impossibile completare una descrizione dell'economia mondiale per l'anno base.

Sul lungo periodo, l'aspetto più importante dello sviluppo economico è probabilmente l'incorporazione nei processi industriali e agricoli di conoscenze tecniche. Per i paesi sviluppati questa crescita assume la forma di introduzione di nuove tecnologie e anche di nuove merci; per i paesi meno sviluppati in genere comporta l'adozione o l'adattamento di tecnologie già incorporate nelle «ricette» industriali dei paesi più avanzati. Queste trasformazioni sono riflesse nella struttura input-output di un'economia attraverso la continua sostituzione di vecchi coefficienti di capitale e di input con nuovi coefficienti. In effetti, dal momento che tale trasferimento tecnologico è strettamente associato con il progresso economico delle regioni meno sviluppate (misurato dall'aumento del loro reddito pro capite), nella preparazione di una base di dati strutturali per realizzare il modello mondiale è stato necessario anche mettere insieme alcune serie di quelli che si potrebbero chiamare «schemi» strutturali: insiemi ordinati di coefficienti di capitale e di input che incorporano una tecnologia sempre più avanzata.

Nel corso dei calcoli per ottenere una previsione, a mano a mano che i programmi di calcolatore per realizzare il modello mondiale passavano dall'anno base (1970) al 1980, al 1990 e infine al 2000, gli schemi in queste serie venivano inseriti uno dopo l'altro nella matrice input-output mondiale. Un procedimento simile è stato applicato per stimare le variazioni future (per la maggior parte diminuzioni) nella grandezza dei coefficienti di input e di lavoro, risultanti dall'introduzione di tecnologie migliorate e per stimare le variazioni future (per la maggior parte aumenti) nei coefficienti di input e di capitale che descrivono le industrie minerarie e altre industrie estrattive, che riflettono accostamenti futuri a riserve meno accessibili di risorse primarie. Cambiamenti graduali nelle quote di esportazione e nei coefficienti di importazione sono state registrate nel modello e hanno svolto un ruolo importante nella previsione di flussi futuri di commercio interregionale. (Nel discutere variazioni nella struttura tecnica, è importante evitare di confondere due nozioni, fra loro collegate, ma essenzialmente diverse: tecnologia nel senso di conoscenze tecniche e tecnologia nel senso di tali conoscenze incorporate in processi industriali attivi. Lo sviluppo della tecnologia nel primo senso precede necessariamente quello della tecnologia nel secondo senso.)

Il modello multiregionale input-output (la complessa banca di dati, gli insiemi di equazioni lineari che descrivono il sistema economico mondiale e i programmi di calcolatore formulati per poterli utilizzare) non è uno strumento finalizzato a un solo scopo, ma uno strumento che, una

		Raccolti agricoli	
---------------------------------------		---------	
---------------------------------------		---------	
---------------------------------------		---------	
Contenitori metallici		0	
Barili, fusti e secchi metallici		0	
Prodotti metallici per fognatura idraulica		0	
Attrezzature non elettriche per il riscaldamento		0	
Prodotti a struttura metallica		0,010305	
Prodotti da tornio automatico e da punzonatura		0	
Rivestimento e placcatura		0	
Prodotti metallici vari		0,004004	
Motori e turbine		0,036121	
Macchine industriali generiche e attrezzature		0,005974	
Prodotti di officine meccaniche		0	
Macchinari agricoli		0,321164	
Macchinari per costruzione		0	
Macchinari da estrazione		0	
Macchinari per campi petroliferi		0,008339	
Macchinari per la rimozione di materiale, eccetto gli autocarri		0,002851	
Autocarri industriali e trattori		0,001907	
Macchinari per la lavorazione del metallo		0,000381	
Macchinari per l'industria speciale		0,008089	
Automobili		0,064838	
Autocarri, autobus ecc.		0,036630	
Aerei e componenti		0,001048	
Costruzioni nautiche e riparazioni		0	
Locomotive e veicoli rotabili e stradali		0	
Biciclette e rimorchi ecc.		0,003954	
Strumenti di misurazione elettrica		0,003985	
Motori e generatori elettrici		0,000397	
Controlli industriali ecc.		0,001573	
Lampade e apparecchi elettrici		0,000128	
Componenti e accessori elettronici		0,000183	
Macchinari elettrici vari		0,000232	
Macchinari per l'industria dei servizi		0,026472	
Elettrodomestici		0,008185	
Radio, televisione e mezzi di comunicazione		0,008345	
Strumenti scientifici ecc.		0,001059	
Strumenti medici, chirurgici e odontoiatrici		0	
Orologi, sveglie e componenti		0	
---------------------------------------		---------	
---------------------------------------		---------	

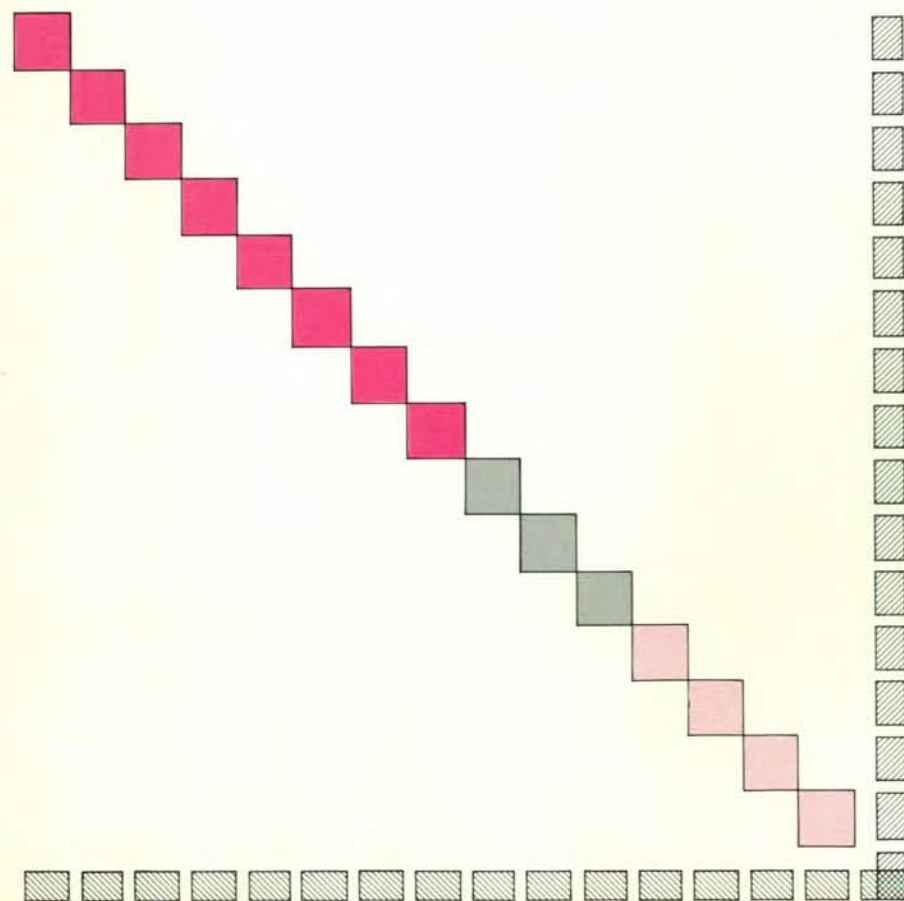
Una tavola dei coefficienti di capitale viene utilizzata insieme con una tavola dei coefficienti tecnici per creare un modello dinamico di una particolare economia, cioè un insieme di equazioni input-output che riflette non solo l'assorbimento degli input attuali di forza lavoro, energia e di vari servizi e materie prime, ma anche la creazione di ulteriori capacità produttive attraverso l'acquisizione di attrezzature, costruzioni e altri beni di capitale. Con lo stesso formato di una tavola input-output, una matrice dei coefficienti di capitale presenta in ciascuna colonna gli stock di beni di capitale che il settore dell'economia a tale colonna associato deve ottenere (da tutti gli altri settori, incluso il settore stesso) per poter aumentare la capacità produttiva dei suoi impianti di una unità. Per esempio, la sezione della tavola dei coefficienti di capitale per l'economia statunitense nel 1972, raffigurata qui, rappresenta alcuni degli investimenti che sarebbero necessari per aumentare la capacità produttiva del settore agricolo. Il livello dei flussi di investimento specificato in una tavola dei coefficienti di capitale relativamente a una particolare economia può essere collegato, nella rete di flussi input-output di quell'economia, specificati nella tavola dei coefficienti tecnici, con il ricorso a un sistema opportuno di equazioni input-output.

volta forniti dati sufficienti, può essere applicato a un'ampia gamma di compiti. Nel seguito descriverò tre previsioni alternative della crescita economica mondiale, che sono state ottenute attraverso il modello. Ciascuna di queste previsioni ha un rilievo diretto sul futuro delle regioni meno sviluppate e povere di risorse, che nel 1970 comprendevano il 59 per cento della popolazione mondiale totale, ma producevano solo il 15 per cento del complesso di beni e servizi fornito agli utilizzatori finali.

La prima previsione descrive lo sviluppo dell'economia mondiale verso l'anno 2000, in base all'ipotesi che le relazioni economiche internazionali continueranno a essere regolate da quello che può essere chiamato il vecchio ordine economico. Si tratta di una sceneggiatura conservatrice, in cui si ipotizza che le relazioni economiche (in termini di commercio, aiuti esteri e così via) fra le regioni sviluppate e quelle meno sviluppate saranno rette nel futuro, come lo sono state nel passato, da politiche finanziarie e di credito, progettate in modo da conservare per ciascuna regione uno stretto equilibrio della bilancia dei pagamenti. Più precisamente, la sceneggiatura ipotizza che la differenza annua fra il valore totale di beni e servizi esportati da una particolare regione e il valore totale di quelli importati in essa continuerà a essere finanziata esclusivamente da prestiti commerciali, insieme con quelli che sono attualmente considerati livelli normali di trasferimento di capitali privati e di assistenza governativa. In altre parole, in base a questa sceneggiatura, in futuro le regioni più ricche, esportatrici di capitali, trasferiranno alle regioni più povere, importatrici di capitali, approssimativamente la stessa frazione del loro reddito nazionale (sotto forma di crediti e investimenti all'estero) che hanno trasferito nel passato, ovvero prima dell'anno base 1970. Inversamente, le regioni più povere potranno accedere alla stessa frazione del pool planetario di capitali e di aiuti forniti dalle regioni ricche a cui avevano accesso prima del 1970. (Dal 1970 ai paesi sviluppati si sono associate anche le regioni meno sviluppate ma ricche di risorse, nella fornitura di tali fondi.)

La previsione basata su queste ipotesi conservatrici assume la forma di un tabulato di 20 pagine, che descrive dettagliatamente lo stato delle singole economie regionali nel modello mondiale, così come le relazioni fra di esse. I risultati della previsione comunque possono essere riassunti concisamente. Tanto per cominciare, accettando per valida la sceneggiatura basata sul vecchio ordine economico, in ciascuno dei tre gruppi principali di regioni ci si può attendere che il reddito medio pro capite cresca. D'altro canto, il divario di reddito fra regioni sviluppate e regioni meno sviluppate e povere di risorse tende a crescere fino al 1990. Effettivamente, a dispetto del fatto che il tasso di crescita delle regioni sviluppate diminuisca fra il 1990 e il 2000, mentre il tasso di crescita delle regioni meno sviluppate accelera nel 2000 la differenza di reddito fra le regioni dei due gruppi sarà, secondo la previsione, un po' più grande di quanto non fosse nel 1970, sia in termini relativi sia in termini assoluti *(si veda l'illustrazione a pagina 145)*. Infatti, sotto le condizioni stringenti, ma non irrealistiche imposte dalla sceneggiatura basata sul vecchio ordine economico, alcune delle regioni meno sviluppate del mondo dovranno affrontare un declino in senso assoluto del loro già basso standard di vita.

In che misura queste conclusioni dipendono dalle specifiche assunzioni di partenza riguardanti i tassi futuri di crescita della popolazione? I calcoli descritti in precedenza erano basati sulla previsione che la crescita demografica per ciascuno dei paesi nelle quindici regioni mondiali seguisse quello medio fra i tre sentieri alternativi in genere previsti dagli esperti di demografia dell'ONU, ma gli stessi calcoli sono stati effettuati anche a partire da combinazioni diverse di previsioni, relativamente alla crescita della popolazione nei tre gruppi di regioni. Il periodo di trent'anni dal 1970 al 2000 non è abbastanza lungo per consentire alla struttura demografica anche di una singola regione di realizzare pienamente l'aggiustamento provocato dalle variazioni più drastiche nei tassi di natalità o di mortalità. Ciononostante, studiando la direzione delle variazioni relativamente piccole nelle traiettorie di sviluppo che possono essere distinte nelle previsioni risultanti, è possibile fare una valutazione delle ripercussioni economiche a lungo termine di tali spostamenti.

Questo insieme di previsioni dimostra che il reddito globale pro capite ottenuto mediando sulle quindici regioni del modello mondiale è massimo quando i tassi previsti di crescita della popolazione per le regioni sviluppate e i due gruppi di regioni meno sviluppate sono bassi. I tassi intermedi di crescita demografica, utilizzati per calcolare la prima previsione, danno come risultato un reddito globale più basso, e spostandosi a tassi elevati di

La matrice strutturale globale, mostrata schematicamente, rappresenta ogni regione del modello mondiale tramite una matrice costituita da 175 per 275 coefficienti tecnici, di capitale e di altri tipi. Queste 15 matrici dinamiche input-output, che rappresentano le otto regioni sviluppate *(in colore scuro)*, le tre regioni meno sviluppate ricche di risorse *(in grigio)* e le quattro regioni meno sviluppate povere di risorse *(in colore chiaro)* sono disposte lungo la diagonale della matrice globale. La complessa rete di flusso di beni che collegano queste regioni è rappresentata da due blocchi di coefficienti del commercio *(tratteggiati)*, di cui uno è disposto lungo il lato destro e l'altro è situato a partire dal basso della matrice globale. Il modello dell'economia mondiale derivato da questa matrice comprende sia equazioni «interne», che assicurano l'equilibrio tra beni e servizi che fluiscono esclusivamente all'interno di una regione, sia equazioni globali, che assicurano l'equilibrio tra importazioni ed esportazioni interregionali, flussi di capitali e pagamenti. (Nella matrice globale gli spazi vuoti possono essere considerati riempiti da zeri.)

crescita demografica, si riduce ulteriormente il reddito globale. Inoltre, se si assumono come costanti i tassi di crescita della popolazione in due gruppi, si può dimostrare che vale la stessa relazione inversa fra crescita demografica e reddito pro capite globale per il gruppo di popolazione restante.

Inoltre, unendo in un'unica classificazione le regioni meno sviluppate ricche di risorse e quelle povere di risorse, e confrontando la loro crescita prevista al reddito pro capite con quella delle regioni sviluppate, si vede come uno spostamento da una traiettoria a basso incremento demografico a una traiettoria a incremento elevato nell'uno o nell'altro dei gruppi, porta invariabilmente un aumento nel reddito nell'altro gruppo. In altre parole, una variazione nel tasso di crescita demografica, che abbia effetti negativi sull'economia che lo deve sopportare, si traduce in un effetto del tutto benefico per le altre economie mondiali. Una spiegazione plausibile per questo fenomeno si può ottenere esaminando le cifre del reddito totale corrispondenti (anziché quelle pro capite) per le regioni del modello mondiale. Un tasso di crescita demografica accelerato, all'interno di una data regione, diminuisce il livello del reddito pro capite per tale regione, ma tende ad aumentare il PNL aggregato della regione stessa, e il volume totale del commercio estero. Questo aumentato livello commerciale ha, a sua volta, dei benefici sui partner commerciali della regione e incrementa il loro reddito pro capite.

Nonostante le variazioni nei livelli di reddito previsti, che nascono dalle diverse ipotesi in merito alla crescita futura della popolazione mondiale, le conclusioni che si debbono trarre dalle previsioni citate sono chiare. Nelle condizioni imposte dal vecchio ordine economico, benché sia probabile che la maggior parte delle regioni meno sviluppate avanzi economicamente e per alcune si possa prevedere anche un rapido sviluppo nei prossimi decenni, non si può prevedere che il divario fra regioni sviluppate e regioni meno sviluppate e povere di risorse diminuisca sostanzialmente per il 2000.

Tuttavia, esistono delle alternative al corso di sviluppo mondiale stabilito dal vecchio ordine economico. Ai fini di confronto, il modello multiregionale input-output è stato applicato anche alla realizzazione di una previsone relativa al futuro dell'economia mondiale in quello che potremmo chiamare «nuovo ordine economico». Si tratta di una sceneggiatura altamente ottimistica, che assume che nel futuro le regioni sviluppate e le regioni meno sviluppate, ma ricche di risorse, intendano garantire alle regioni meno sviluppate e povere di risorse una assistenza economica nella quantità (qualunque essa sia) necessaria per ridurre del 50 per cento nel 2000 il divario di reddito fra le regioni sviluppate e quelle meno sviluppate e povere di risorse. Se questo progetto sia politicamente possibile è ancora, ovviamente, da determinarsi, ma il modello multiregionale input-output può servire a calcolarne le conseguenze economiche.

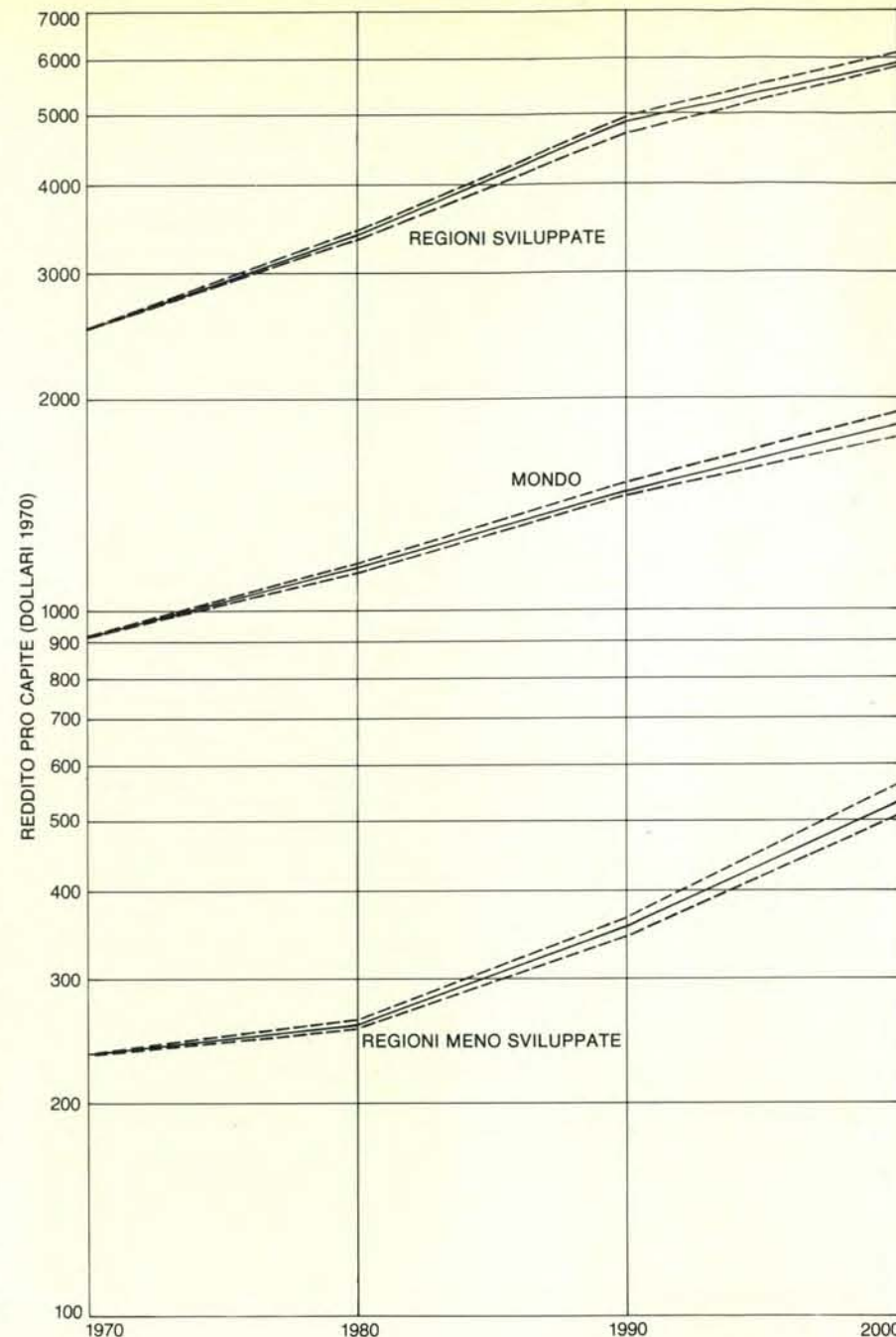
Per prevedere il futuro dell'economia mondiale sotto il nuovo ordine economico è stato necessario calcolare le variazioni negli output, negli investimenti, nei consumi privati e pubblici e nelle esportazioni e importazioni regionali (a partire dai livelli del 1970) richiesti da tutte le regioni del modello mondiale per assicurare obiettivi prestabiliti di reddito per il 2000 per le regioni meno sviluppate e povere di risorse. Il raggiungimento di questi obiettivi ambiziosi è reso possibile, in questa sceneggiatura, affrancando le regioni meno sviluppate e povere di risorse dagli stretti vincoli di bilancia dei pagamenti imposti dal vecchio ordine economico. In altre parole, le quantità di beni e servizi importate nelle regioni più povere sono determinate dalle loro necessità di sviluppo e non dalla loro capacità di pagamento di tali importazioni. (In termini della struttura matematica formale del modello mondiale, questo significa che alcune delle equazioni input-output, e precisamente quelle che esprimono le strette regolamentazioni della bilancia

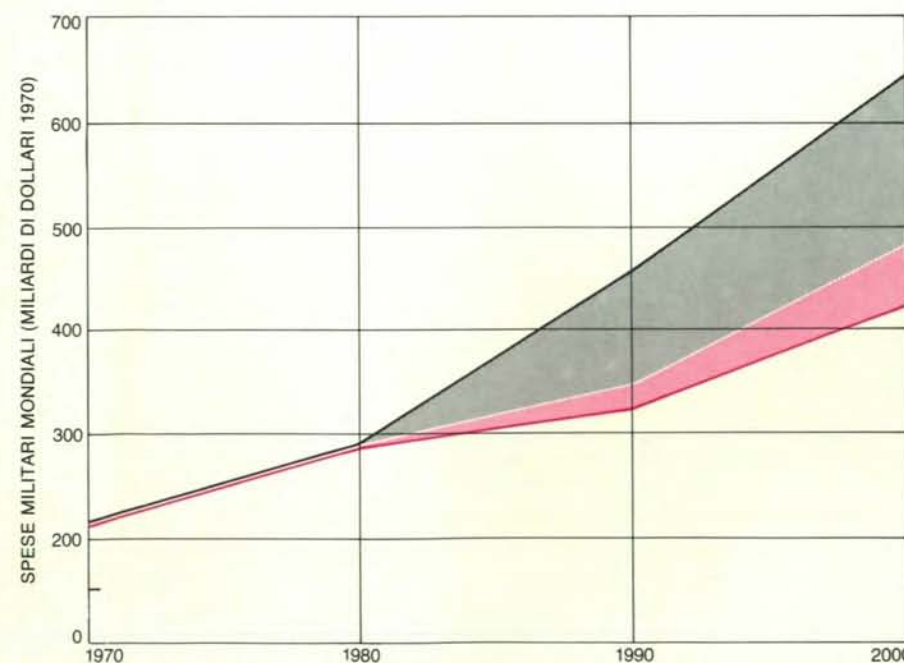
Questi istogrammi mostrano le prospettive di cambiamento nei coefficienti tecnici relativi alla produzione di automobili negli USA tra il 1970 e il 2000. Tali significativi cambiamenti, che derivano dall'introduzione di tecnologie avanzate, sono importanti nel determinare la crescita economica delle regioni meno sviluppate. Per fare previsioni sul futuro sviluppo economico mondiale era necessario costruire una serie di insiemi ordinati di coefficienti di capitale, di input e altri incorporanti tecnologie sempre più avanzate. Questi sono stati inseriti nella matrice strutturale globale man mano che i programmi di calcolo per la stima del modello procedevano dall'anno 1970 al 1980, 1990 e infine al 2000.

dei pagamenti, devono essere dichiarate non valide ed escluse dal sistema. D'altra parte, fissando i livelli futuri di reddito delle regioni meno sviluppate e povere di risorse si riduce il numero delle variabili incognite del sistema. In effetti, se non si eliminassero alcune equazioni, il sistema sarebbe sovradeterminato, cioè il numero delle equazioni sarebbe superiore al numero delle variabili rimanenti e non sarebbe possibile alcuna soluzione.)

Per fornire una misura quantitativa dell'entità dell'assistenza che le regioni meno sviluppate e povere di risorse dovrebbero ricevere, anno dopo anno, nel nuovo ordine economico, si è anche assunto, nella formulazione di questa sceneggiatura, che i sovrappiù di importazione, o, in maniera equivalente, i deficit nella bilancia dei pagamenti di queste nazioni meno sviluppate, vengano finanziati ogni anno da crediti straordinari concessi dalle regioni sviluppate e da quelle meno sviluppate, ma ricche di risorse: crediti con un tasso di interesse annuo nominale del cinque per cento sui debiti accumulati. Il volume previsto di tali straordinarie richieste di crediti (o concessioni di credito, dal punto di vista delle regioni sviluppate e di quelle meno sviluppate, ma ricche di risorse) fornisce una misura del costo della realizzazione della sceneggiatura basata sul nuovo ordine economico.

La previsione basata sul nuovo insieme di ipotesi mostra che, poiché le regioni sviluppate dovrebbero lavorare in eccesso per poter fornire le grandi quantità di aiuti economici necessari secondo questa sceneggiatura, il loro PNL sarebbe leggermente superiore, nel 2000, rispetto a quello che potrebbe essere nel vecchio ordine economico, ma dal momento che una parte maggiore del loro output totale andrebbe esportata, il loro consumo pro capite di beni sarebbe leggermente inferiore. (In generale, nel passaggio dalla prima sceneggiatura alla seconda, gli effetti sulle regioni sviluppate sono minori di quelli sulle regioni meno sviluppate: dopo tutto, se una regione ha un reddito totale di un miliardo di dollari e un'altra un reddito totale di soli 100 milioni di dollari, un trasferimento di 50 milioni di dollari dalla prima alla seconda rappresenta un guadagno del 50 per cento per il paese più povero, ma una perdita del cinque per cento solamente per quello più ricco.)

La previsione mostra anche che la massiccia spinta allo sviluppo risultante nel nuovo ordine economico richiederebbe il finanziamento di una parte progressivamente maggiore delle importazioni costantemente crescenti da parte delle regioni meno sviluppate e povere di risorse per mezzo di mutui straordinari. Nel 2000 le esportazioni da queste regioni pagherebbero solo il 25 per cento delle importazioni annuali, mentre il restante 75 per cento dovrebbe essere ottenuto a credito. In effetti, nel 2000 le regioni sviluppate dovrebbero destinare il 3,1 per cento del

In questo grafico è mostrata la crescita prevista nel reddito pro capite delle regioni sviluppate, di quelle meno sviluppate e di tutto il mondo. (La scala verticale è logaritmica, per cui le curve con pendenza uguale rappresentano tassi percentuali di crescita identici.) Qui il modello multiregionale input-output dell'economia mondiale è stato applicato alla previsione di futuri livelli di reddito in base a un insieme di condizioni che possono essere definite «vecchio ordine economico». Questa sceneggiatura per lo sviluppo mondiale assume che le relazioni economiche fra regioni sviluppate e regioni meno sviluppate continuino a essere governate dalle attuali politiche restrittive riguardanti il credito e le bilance dei pagamenti. Questa sceneggiatura assume anche che in futuro le regioni più ricche, esportatrici di capitali, trasferiscano alle regioni più povere all'incirca la stessa frazione del proprio reddito nazionale (sotto forma di crediti e investimenti esteri) che hanno trasferito prima del 1970. Le linee continue mostrano le previsioni per questa sceneggiatura basate sulle stime intermedie della crescita demografica mondiale formulate dall'ONU, secondo cui si prevede che fra il 1970 e il 2000 la popolazione delle regioni sviluppate aumenti da 1,108 miliardi a 1,435 miliardi e la popolazione delle regioni meno sviluppate da 2,512 a 4,813. L'insieme delle previsioni mostra che in questa sceneggiatura «prudente» nel 2000 il divario di redditi fra regioni sviluppate e meno sviluppate dovrebbe essere un po' superiore a quello del 1970, sia in termini assoluti sia in termini relativi. Le linee tratteggiate mostrano le previsioni corrispondenti basate sulle stime più drastiche di crescita demografica per le regioni sviluppate e meno sviluppate, e dimostrano che le ipotesi relative ai futuri livelli di popolazione influiscono poco sul risultato della sceneggiatura basata sul «vecchio ordine economico», almeno in questo arco temporale.

Sono qui rappresentate le previsioni del rapporto fra bilancia dei pagamenti ed esportazioni, per le regioni sviluppate *(in colore)*, le regioni meno sviluppate ricche di risorse *(in nero)* e le regioni meno sviluppate povere di risorse *(in grigio)* secondo due insiemi di ipotesi circa le relazioni economiche mondiali del futuro: la sceneggiatura basata sul vecchio ordine economico *(linee continue)* e la sceneggiatura basata sul nuovo ordine economico *(linee tratteggiate)*. La sceneggiatura basata sul nuovo ordine ipotizza che nel futuro le regioni sviluppate e le regioni meno sviluppate ricche di risorse intendano assegnare all'assistenza allo sviluppo tutte le risorse necessarie per ridurre del 50 per cento, nel 2000, il divario di reddito fra le regioni sviluppate e quelle meno sviluppate povere di risorse. Per rendere raggiungibile questo obiettivo, si ipotizza anche che le regioni meno sviluppate povere di risorse possano alimentare le loro importazioni nella misura necessaria per conservare i loro specifici obiettivi di reddito, per cui dovranno essere liberate dal peso degli stretti vincoli di bilancia dei pagamenti imposti dal vecchio ordine economico. Il rapido abbassamento della curva che rappresenta il rapporto risultante fra bilancia dei pagamenti ed esportazioni per le regioni meno sviluppate povere di risorse fornisce una misura del costo di realizzazione del nuovo ordine economico per le altre regioni del modello mondiale.

La sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti fa l'ipotesi che nel 2000 le spese mondiali totali per la conservazione degli arsenali militari *(linea in colore)* saranno inferiori del 35 per cento rispetto a quelle che risulterebbero nella previsione basata sulla sceneggiatura del vecchio ordine economico *(linea in nero)*. Come si può vedere qui, si ipotizza anche che il grosso delle risorse rese disponibili dalla limitazione delle spese militari *(in grigio)* verranno assegnate per aumentare il consumo civile interno e gli investimenti nelle regioni dove tali risparmi verranno realizzati. Le risorse restanti *(in colore)* verrebbero destinate ad aumentare l'entità degli aiuti esteri non militari, principalmente alle regioni meno sviluppate povere di risorse.

loro PNL totale al finanziamento di un tale sforzo. (La cifra attuale è inferiore all'1 per cento.) Complessivamente questa previsione dello sviluppo futuro dell'economia mondiale sotto il nuovo ordine economico fa pensare che la possibilità pratica di portare a termine un programma così ottimista debba essere seriamente messa in dubbio.

L'ultima previsione ottenuta con il modello multiregionale input-output dell'economia mondiale, che discuterò qui, si basa su quella che può essere chiamata la sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti. Gli oltre 450 miliardi di dollari annui attualmente spesi per il mantenimento degli arsenali militari in tutto il mondo (che equivalgono a 290 miliardi di dollari, ai prezzi, molto più bassi, del 1970) è la maggiore riserva economica esistente che possa essere utilizzata per accelerare la crescita delle regioni meno sviluppate povere di risorse. Inoltre, alcuni dei fondi, che si renderebbero disponibili attraverso un accordo internazionale per la limitazione delle spese militari, potrebbero servire a realizzare notevoli miglioramenti nella posizione economica dei gruppi di popolazione a minore reddito all'interno delle regioni sviluppate.

La sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti specifica una ipotetica riduzione delle spese militari future a livelli al di sotto di quelli attesi sotto il vecchio ordine economico. In base alla sceneggiatura basata sul vecchio ordine economico, nel futuro tutte le regioni del modello mondiale dedicheranno a fini militari la stessa frazione dei rispettivi redditi regionali che hanno dedicato nel 1970. Inoltre, in questa sceneggiatura, si fa l'ipotesi del mantenimento della parità nelle spese militari fra URSS e USA. (Per ragioni strategiche le quantità di denaro devolute a fini militari dall'URSS e dagli USA tendono a essere all'incirca uguali. Attualmente, tuttavia, il reddito nazionale dell'URSS è solo di poco superiore alla metà di quello degli USA, per cui l'URSS dedica una percentuale circa doppia del suo reddito alle spese militari. D'altro canto, in base alla maggior parte delle previsioni, l'economia sovietica si svilupperà un po' più velocemente di quella americana fino al 2000, dimodoché, nella misura in cui si conserverà la parità militare, la differenza fra le due percentuali citate andrà gradualmente diminuendo.)

Ai fini della previsione della limitazione degli armamenti si è ipotizzato che nel 2000 le spese militari dell'URSS e degli USA complessivamente si ridurranno a due terzi del livello previsto nella sceneggiatura basata sul vecchio ordine economico. Si è anche ipotizzato che tutte le altre regioni del modello mondiale taglino le loro spese militari del 25 per cento nel 1990 e del 40 per cento nel 2000. La sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti specifica che il «risparmio» realizzato in ciascuna regione grazie a questi tagli prima di tutto andrà a soddi-

sfare i fabbisogni civili del paese stesso, ma che nel 1990 le regioni sviluppate devolveranno il 15 per cento di questi risparmi agli aiuti per lo sviluppo e che nel 2000 ne dedicheranno il 25 per cento. La ridistribuzione di questi risparmi, che dà luogo a variazioni nei livello di produzione, di consumo e di investimento per ciascun settore del modello mondiale, con corrispondenti variazioni nei flussi interregionali di beni, è determinata dagli insiemi di parametri tecnici e di altri parametri strutturali incorporati nel modello input-output dell'economia mondiale.

Un'idea dei vantaggi della sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti per lo sviluppo economico mondiale si può ottenere confrontando i risultati aggregati della previsione basata su questa ipotesi con le previsioni che descrivono l'economia mondiale secondo il vecchio ordine economico e secondo il nuovo *(si veda l'illustrazione qui in basso)*. Tanto per cominciare, nella sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti, data l'assistenza per lo sviluppo offerta, sia il reddito pro capite, sia il consumo pro capite delle regioni meno sviluppate povere di risorse presumibilmente aumenteranno molto più rapidamente di quanto non potrebbero fare nel vecchio ordine economico. (Nella sceneggiatura basata sul nuovo ordine economico tale crescita è ovviamente fissata dall'esterno del sistema.) Inoltre, nella sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti che prevede l'assistenza alle regioni meno sviluppate povere di risorse sotto forma di aiuti diretti, il deficit commerciale previsto di tali regioni è minore di quello che sarebbe nel vecchio ordine economico e naturalmente molto minore di quello che sarebbe nel nuovo ordine. Infine, dal momento che la sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti specifica che parte dei risparmi risultanti da una riduzione delle spese militari debbano andare ad aumentare i consumi civili e gli investimenti nelle regioni sviluppate, i livelli previsti di reddito pro capite di queste regioni sono superiori, in questa sceneggiatura, che non nelle altre due. Pertanto un confronto dei tre insiemi di previsioni realizzate con il modello multiregionale input-output dell'economia mondiale indica chiaramente che la riallocazione delle risorse economiche derivante dal tipo di accordo internazionale sulla limitazione degli armamenti che è stato suggerito ripetutamente, sia a livello formale, sia a livello informale da singoli e da organizzazioni nell'ambito e fuori delle Nazioni Unite, è di gran lunga il più promettente dei tre schemi di sviluppo economico mondiale.

Lo sviluppo economico previsto delle regioni sviluppate, delle regioni meno sviluppate povere di risorse e delle regioni meno sviluppate ricche di risorse è presentato, per l'anno 2000, nella sceneggiatura basata sul vecchio ordine economico *(linee nere continue)*, nella sceneggiatura basata sul nuovo ordine economico *(linee tratteggiate nere)* e nella sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti *(linee in colore)*. Per le regioni meno sviluppate povere di risorse i livelli di reddito e di consumo pro capite (non mostrati qui) crescono più rapidamente nella sceneggiatura basata sulla limitazione degli armamenti che nella sceneggiatura basata sul vecchio ordine economico, ma non tanto rapidamente come nella sceneggiatura basata sul nuovo ordine.

Analisi del tipo descritto qui, che affrontano le prospettive generali di sviluppo nell'economia mondiale, devono necessariamente tracciare degli schizzi con solo pochi tratti chiari, basandosi su cifre aggregate come i redditi medi pro capite o le bilance nette nei pagamenti, per descrivere le economie di regioni con centinaia di milioni di abitanti. Le previsioni economiche per queste grandi regioni e i dati di fatto su cui si basano, tuttavia, comprendono decine di migliaia di numeri che descrivono la struttura e gli stati specifici del sistema mondiale nei loro particolari. Così la costruzione di un modello multiregionale input-output dell'economia mondiale, in una certa misura, solleva gli economisti dal tradizionale dilemma di dover scegliere fra il vedere la foresta o il vedere gli alberi. Il modello, che può descrivere tutta la foresta in termine di singoli alberi (perlomeno in termine di relazioni strutturali specifiche tra piccoli boschetti) funge da valido strumento per tracciare possibili percorsi economici nel futuro.

Popolazione

Obiettivo dello sviluppo economico è il miglioramento del benessere. La salute per tutti non è un sottoprodotto dello sviluppo, quanto piuttosto una leva fondamentale per avviare questo stesso processo

di Halfdan Mahler

Lo scopo dello sviluppo economico è il miglioramento del benessere della popolazione, che si raggiunge attraverso la costruzione di fabbriche, il terrazzamento del suolo, l'addestramento di tecnici e non certo attraverso il miglioramento della reputazione dei capi politici o l'aumento del prestigio e della potenza degli stati nazionali. Ovviamente il miglioramento della salute della popolazione è uno dei mezzi fondamentali per migliorare il suo benessere. Ma cosa intendiamo con il termine «salute»? Esso è stato definito molto tempo fa dai 155 stati membri dell'Organizzazione mondiale della sanità come «uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattie o infermità». Si può dunque dire che lo scopo ultimo dello sviluppo economico è la salute, in questa sua ampia definizione, per tutti i popoli della Terra. Uno scopo semplice, dunque, ma nello stesso tempo molto complesso.

Complesso perché, quando si tratta di fare scelte politiche in materia di salute, di stabilire priorità, di assegnare fondi, di pianificare e di dare esecuzione ai programmi per la messa in atto di tali scelte politiche non è facile, né per i politici né per i tecnici, sia dei paesi sviluppati sia di quelli in via di sviluppo, tenere presenti le fondamentali esigenze dell'uomo. Vi sono due modi tradizionali di considerare il rapporto fra salute e sviluppo economico. Uno è quello di considerare la salute come un prerequisito dello sviluppo; l'altro ritiene salute e sviluppo concomitanti. Entrambi i punti di vista possono portare prove a loro favore ed entrambi possono dar luogo a programmi umanitari di sviluppo. Essi del resto non si escludono l'un l'altro, ma possono invece integrarsi reciprocamente.

È vero che la salute è un prerequisito del progresso economico e sociale. Il mahatma Gandhi una volta disse: «Dio non parla a uno stomaco vuoto o a un corpo malato» e in tali situazioni non può farsi sentire neanche il messaggio dello sviluppo socioeconomico. Il combustibile che alimenta lo sviluppo è l'energia umana, sorgente non solo del lavoro fisico e delle altre attività economiche, ma anche della speranza nel futuro, della coscienza sociale e della capacità di acquisire e di applicare sempre nuove conoscenze. Misure efficaci per il miglioramento delle condizioni sanitarie danno dunque un valido contributo al progresso socioeconomico generale.

Il problema non riguarda perciò quanto i paesi possono permettersi di spendere per la salute della loro popolazione, ma piuttosto quanto possono permettersi di non spendere per questo scopo. Basarsi su calcoli economici per stabilire la quota minima delle risorse di una nazione da destinare alla salute comporta il rischio di limitarsi ad assicurare un livello minimo teorico di energie per la produzione economica. Ma la «massa critica» di energia umana in questione è quella necessaria per dare l'avvio allo sviluppo sociale ed economico. E, cosa ancora più importante, quando misure cosiddette sanitarie sono motivate in primo luogo da obiettivi economici, esse risultano spesso non accette alla popolazione. Un esempio significativo è dato dalla storia dei tentativi di limitazione delle nascite. La gente si è mostrata restia a limitare le nascite semplicemente perché un governo o un'organizzazione internazionale sia pure a fin di bene ritengono che si dovrebbe fare così per rallentare l'aumento della popolazione e ridurre conseguentemente la pressione sulle risorse del paese o mondiali. Le misure sanitarie, compresa la pianificazione familiare, sono efficaci solo quando sono orientate a esigenze effettivamente sentite dagli individui, dalle famiglie e dalle comunità.

Se la salute favorisce lo sviluppo socioeconomico è vero peraltro che questo dal canto suo tende a migliorare la salute. Vi è una stretta correlazione fra il prodotto nazionale lordo per abitante da una parte e indicatori sanitari come la speranza di vita e la mortalità infantile dall'altra. Questa correlazione può essere osservata non solo nel confronto fra paesi sviluppati e non, ma anche confrontando paesi poveri con paesi poverissimi o, nell'ambito di uno stesso paese sottosviluppato, confrontando le aree urbane con quelle rurali.

Tuttavia non tutte le misure rivolte allo sviluppo economico sono positive dal punto di vista della salute. Presunti vantaggi economici possono indurre a sradicare dal loro ambiente comunità ben radicate, o peggiorare le sorti dei piccoli contadini, a creare squallide periferie urbane e ad aggravare le disparità di reddito (la «rivoluzione verde» anche se promossa a fin di bene ha fornito esempi drammatici di alcuni di questi effetti). Programmi di sviluppo non accompagnati da misure di medicina preventiva possono portare all'aumento di determinate malattie. E, com'è ben noto, in molti paesi sviluppati con il progresso delle attrezzature e delle tecnologie sanitarie le infezioni acute hanno cessato di rappresentare la più comune causa di morte e di morbilità solamente comunque per essere sostituite da infermità croniche, fisiche e mentali provocate da stress, da inquinamenti, da rischi sul lavoro e dalla disgregazione familiare.

La salute è un fondamentale diritto umano, come lo statuto dell'Organizzazione mondiale della sanità ha riconosciu-

Venti milioni di persone vivono nell'area metropolitana di Tokyo-Yokohama evidenziata, nell'immagine Landsat della pagina a fronte, dal bluastro caratteristico delle zone urbane in tali riproduzioni a falsi colori. Le aree metropolitane di Tokyo-Yokohama e di New York rappresentano oggi le maggior conurbazioni del mondo ma nel 2000, secondo una stima dell'ONU, esse verranno solo al terzo e quarto posto, dopo Città di Messico e San Paolo in Brasile. Nonostante l'alta densità di popolazione, in questo agglomerato urbano e nell'intero Giappone le condizioni di salute sono eccellenti (speranza di vita alla nascita 75 anni, contro i 73 negli USA e una media di 57 nei paesi meno sviluppati), grazie soprattutto al rapido sviluppo economico. I margini della baia di Tokyo sono incisi da moli che ne indicano l'importanza come porto fra i più affollati del mondo.

to più di trent'anni fa. Si tratta perciò di uno scopo che va perseguito per se stesso e non solo alla stregua di un prerequisito dello sviluppo economico. Il vero scopo di quest'ultimo - il benessere della popolazione - può essere raggiunto solo tenendo presenti i bisogni della popolazione.

Circa un miliardo di individui si trovano oggi in un circolo vizioso di povertà, denutrizione, malattia e desolazione che logora le loro energie, riduce la loro capacità di lavoro e limita le loro possibilità di programmare il futuro. Per la maggior parte questi individui vivono nelle zone rurali e nelle periferie urbane dei paesi sottosviluppati. Bastano pochi indici statistici per dare la misura delle loro misere condizioni di vita. Mentre la speranza di vita alla nascita è di circa 72 anni nei paesi sviluppati, essa è di circa 57 anni per i paesi sottosviluppati nel loro complesso, ma di soli 49 anni in Africa e 51 nell'Asia meridionale. Queste ampie differenze provengono in larga parte non da una diversa longevità, ma da una diversa incidenza della mortalità infantile. Mentre meno di 20 su 1000 bambini nati nei paesi più sviluppati muoiono durante il primo anno di vita, il tasso di mortalità per la prima infanzia nella maggior parte dei paesi in via di sviluppo va da poco meno di 100 a più di 200, e nelle regioni più povere di tali paesi addirittura la metà dei bambini muoiono durante il primo anno di vita.

Così pure, mentre il tasso di mortalità per i bambini da 1 a 5 anni è meno di 1 per mille nella maggior parte dei paesi sviluppati, esso è in media di circa 6 nell'America Latina, di 10 in Asia, di 30 nell'Africa settentrionale e di oltre 30 nell'Africa a sud del Sahara. In un tipico paese sottosviluppato oltre un terzo dei decessi riguardano bambini sotto i cinque anni, e anche per quelli che superano tale età la speranza di vita nei paesi sottosviluppati è da sei a otto anni inferiore a quella dei paesi sviluppati. L'incidenza delle malattie e dell'invalidità è molto più difficile da documentare che non la mortalità, ma alcuni studi hanno avanzato l'ipotesi che l'individuo medio di un paese in via di sviluppo passi un decimo della sua vita in condizioni seriamente menomate per causa di malattia.

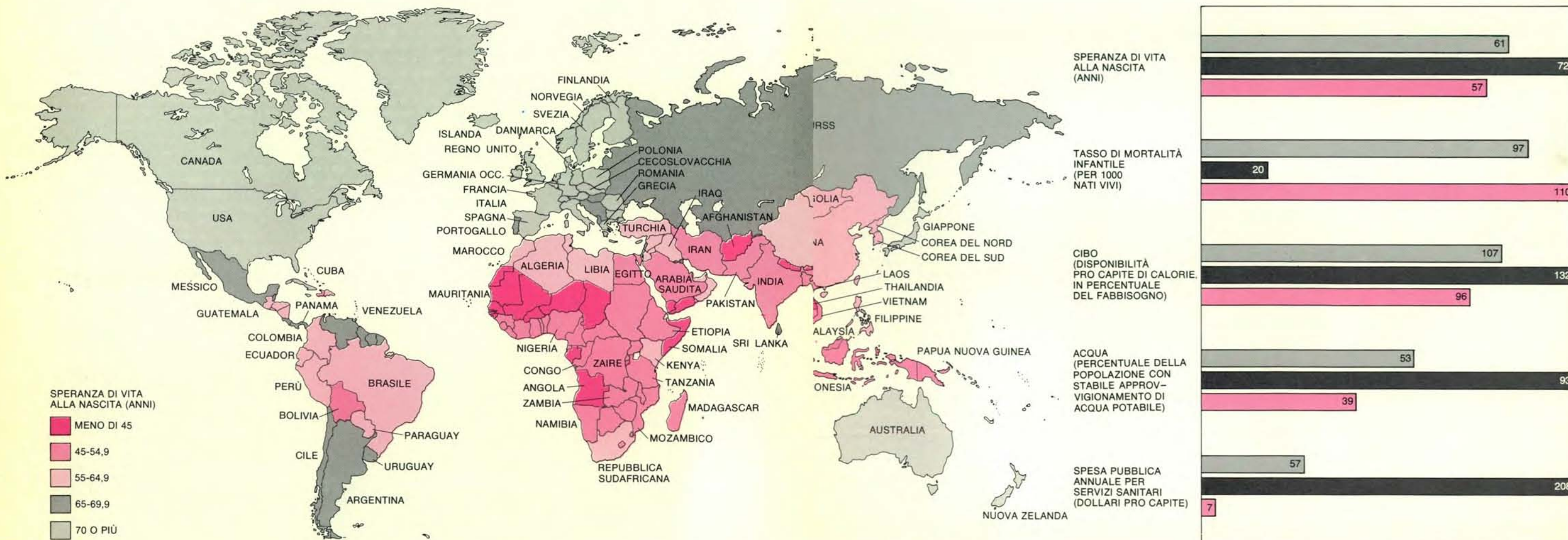
Il quadro delle malattie nei paesi sottosviluppati è molto differente da quello che presentano i paesi industrializzati. In un tipico paese in via di sviluppo è stato stimato che più del 40 per cento dei decessi hanno come causa malattie infettive, da parassiti e respiratorie (che rappresentano invece solo il 10 per cento delle cause di morte in un tipico paese industrializzato, dove le cause di morte principali sono date invece da malattie di cuore e vascolari e dal cancro) e gli studi hanno dimostrato che quando la percentuale di morti dovute a malattie infettive e da parassiti scende aumenta statisticamente la speranza di vita. Le malattie più diffuse nei paesi in via di sviluppo sono quelle intestinali, che vengono trasmesse con la contaminazione del suolo, degli alimenti e dell'acqua da parte degli escrementi umani. Solo un terzo circa della popolazione nei paesi più poveri dispone tutto l'anno di acqua sicuramente potabile (si veda l'articolo *Acqua* di Robert P. Ambroggi a pagina 46). Le malattie da parassiti, in particolare, sono generalmente croniche e debilitanti piuttosto che acute e sono endemiche nella maggior parte dei paesi più poveri.

Sono anche diffuse e hanno serie conseguenze in determinate zone le malattie trasmesse da insetti e altri agenti patogeni. La malaria rimane fra queste la malattia più comune nonostante essa possa essere prevenuta con la somministrazione abituale di farmaci poco costosi o con l'uso di insetticidi che uccidono la zanzara anofele e le sue larve: circa 850 milioni di individui vivono in zone in cui la malaria è stata solo parzialmente debellata e altri 350 milioni in zone che ancora non hanno visto realizzarsi seri sforzi per contenerla. La schistosomiasi, causata da un parassita trasmesso da molluschi di acqua dolce, è endemica in circa 70 paesi, dove si ritiene vi siano 200 milioni di persone colpite.

L'oncocercosi, o «cecità dei fiumi», è causata da un nematode le cui larve si annidano in ditteri della famiglia dei simulidi ed è chiamata così perché le larve di questi ultimi vivono in acque a corso rapido: in certe zone iperendemiche più del 20 per cento della popolazione adulta può essere resa cieca da questa malattia. Paradossalmente i programmi di sviluppo economico hanno aumentato la diffusione della schistosomiasi e dell'oncocercosi: i canali di irrigazione e di drenaggio forniscono un ambiente favorevole per i molluschi mentre i canali di scarico delle dighe favoriscono l'insediamento delle larve dei simulidi.

Non meno di 450 milioni di individui - ma forse anche un miliardo - dispongono di meno cibo di quanto sia necessario per la pura sopravvivenza e circa un quarto della popolazione dei paesi sottosviluppati ha un'alimentazione inferiore al livello critico minimo (si veda l'articolo *Cibo* di Nevin S. Scrimshaw e Lance Taylor a pagina 34). La denutrizione debilita intere popolazioni in molte zone del mondo. Essa predispone alle malattie e agli esiti letali, contribuendo ai parti prematuri e ai bassi pesi alla nascita e indebolendo i processi immunitari, mentre le malattie a loro volta aggravano gli effetti della denutrizione ostacolando l'assorbimento delle sostanze nutritive. In certi paesi la denutrizione è così acuta da costituire di per sé una delle principali cause di morte fra i bambini sotto i cinque anni e, in tempi di grave carestia, essa può uccidere centinaia di migliaia di individui senza distinzioni di età.

La causa diretta principale della mancanza di alimenti è ovviamente la povertà, mentre infezioni e parassiti, distribuzione disorganizzata, cattiva igiene e un tasso di aumento della popolazione che rende la domanda di derrate superiore alla disponibilità costituiscono altrettanti fattori concomitanti. L'interazione fra tutti questi fattori tende a perpetuare la denutrizione, le malattie e, di conseguenza, la povertà.

Se la povertà delle nazioni e degli individui è la causa fondamentale di condizioni di vita miserabili, perché non concentrare gli sforzi nella sua diminuzione, correggendo in qualche modo le disparità fra zone povere e ricche del globo? Certamente si può sostenere che l'istituzione di un nuovo ordine economico internazionale porterà col tempo a un miglioramento delle condizioni sanitarie dei paesi sottosviluppati. La correlazione fra indicatori di prosperità materiale e di condizioni di salute è stata ripetutamente dimostrata ed è implicita in alcune delle statistiche che ho ricordato. In una certa misura la storia dà quindi ragione a chi pensa che lo sviluppo economico sia prioritario. Il miglioramento delle condizioni di salute registratosi nell'Europa occidentale e negli Stati Uniti nel diciannovesimo secolo fu dovuto più all'elevazione dei livelli di vita che all'assistenza medica in quanto tale. I tassi di mortalità cominciarono a scendere nell'Europa settentrionale all'inizio del XIX secolo, molto prima che la medicina fosse in grado di curare o di prevenire un buon numero di malattie.

La speranza di vita alla nascita, che rappresenta il migliore indicatore delle condizioni di salute di una popolazione, varia da meno di 45 anni in alcuni dei paesi più poveri a più di 70 anni nei paesi ricchi. Gli istogrammi a destra danno i valori medi (calcolati in base alla popolazione) di cinque indicatori delle condizioni di salute per l'intero mondo *(in grigio)*, i paesi più sviluppati *(in nero)* e quelli meno sviluppati *(in colore)*. L'ONU considera come «paesi più sviluppati» l'Europa, l'America settentrionale, l'URSS, il Giappone, l'Australia e la Nuova Zelanda.

L'incidenza del colera e del tifo diminuì in Inghilterra molto prima della messa a punto di efficaci mezzi terapeutici per tali malattie. Negli Stati Uniti il tasso di mortalità per tubercolosi scese da 200 casi su 100 000 individui nel 1900 a 70 attorno agli anni trenta, e cioè prima che la terapia pneumotoracica o anche solo il soggiorno in sanatori venissero largamente prescritti, e il tasso scese quindi ulteriormente a 30 casi su 100 000 prima che, negli anni cinquanta, diventassero disponibili i definitivi rimedi chemioterapici attualmente in uso.

Non penso però che i paesi sottosviluppati possano aspettare che lo sviluppo economico abbia i suoi lenti effetti e che la salute debba essere un suo sottoprodotto. E la prima ragione è che il promuovere migliori condizioni di salute deve essere considerato in se stesso un imperativo morale. D'altra parte vorrei dire che esso rappresenta l'incentivo ideale per lo sviluppo economico. Anche chi vive al di sotto del livello di sussistenza dedica risorse e impegno considerevoli nel procurarsi assistenza terapeutica, vuoi nella forma di rimedi scientifici o di placebo, tradizionali o moderni. Inoltre l'idea che la popolazione meriti decenti condizioni di salute non può che essere sostenuta dagli uomini politici: le aspirazioni della gente in questo senso sono oggetto di minor controversia politica che non la maggior parte delle altre aspirazioni sociali ed economiche. Infine, nonostante la correlazione esistente fra sviluppo economico e condizioni di salute, un certo numero di paesi ha dimostrato che fornire un'assistenza sanitaria di base a tutta la popolazione e migliorarne la situazione alimentare può avere un sensibile effetto sulla speranza di vita e ancora su altri indicatori sanitari anche in assenza di uno sviluppo economico generale oppure industriale.

Se la salute viene considerata come un obiettivo importante in se stesso e come una delle maggiori leve per lo sviluppo economico e sociale, che cosa è possibile fare? Il compito è quanto mai arduo. Una gran parte della popolazione mondiale non ha attualmente a disposizione alcuna forma organizzata di assistenza sanitaria. Il divario nei livelli di investimento in materia sanitaria tra paesi ricchi e paesi in via di sviluppo si sta allargando. In molti paesi sottosviluppati la spesa pubblica per la salute rappresenta meno dell'1 per cento del prodotto nazionale lordo, e in quasi nessuno di essi supera il 2 per cento, mentre nella maggior parte dei paesi sviluppati si va dal 6 al 12 per cento, il che si traduce in una media di pochi dollari per persona all'anno nei paesi sottosviluppati contro le parecchie centinaia di dollari in quelli più sviluppati. E, a rendere la situazione dei primi ancora più grave, concorre il fatto che buona parte della spesa di tali paesi va in servizi che toccano solamente una piccola quota della popolazione.

Una distribuzione equa delle risorse sanitarie è fondamentale per il miglioramento del livello sanitario generale in ogni paese, e in particolare per un paese che ha scarsi mezzi è essenziale che tali risorse vengano destinate prioritariamente alla popolazione più povera. Questo comporta scelte appropriate non solo fra aree geografiche e demografiche, ma anche fra le varie forme e tecniche di assistenza sanitaria. Il fatto che questa non riesca a raggiungere la maggioranza della popolazione può essere dovuto in primo luogo alla inaccessibilità. Nella maggior parte dei paesi sottosviluppati la popolazione rurale è molto dispersa e i trasporti sono manchevoli. Per molta gente gli ospedali sono del tutto irraggiungibili e anche i dispensari locali vengono generalmente frequentati unicamente da coloro che abitano nelle immediate vicinanze. Sono necessari sistemi ben organizzati di assistenza sanitaria a livello di villaggio, in cui la gente e gli operatori sanitari della comunità possano interagire e siano inoltre assicurati legami da e verso istituzioni sanitarie più o meno centralizzate.

Viceversa in molti paesi poveri la maggior parte dei fondi destinati alla sanità sono stati finora spesi per la costruzione di grandi complessi ospedalieri che sono spesso difficili da gestire per l'insufficienza di stanziamenti per le spese annuali correnti per la mancanza di capacità gestionali. Fondi anche maggiori sono stati spesi per la creazione di facoltà mediche le quali formano laureati che malvolentieri si distolgono dalle ricerche mediche avanzate e dalle tecniche d'avanguardia per dedicarsi a quelli che sono invece i bisogni fondamentali della popolazione. Ciò non deve sorprendere: i paesi sottosviluppati, le loro élite e la loro classe medica semplicemente seguono l'esempio fornito dai paesi sviluppati. Alcuni anni fa il comitato esecutivo dell'Organizzazione mondiale della sanità rilevava che «una diffusa insoddisfazione fra le popolazioni per quanto riguarda i loro servizi sanitari... si registra sia nei paesi sviluppati che nel Terzo Mondo» in particolare a motivo della «incapacità dei servizi sanitari ad assicurare a livello nazionale un grado adeguato di copertura delle esigenze e dei mutevoli bisogni delle varie società», nonché a causa dei «costi in rapido aumento senza un visibile e significativo miglioramento dei servizi» e di una «sensazione di impotenza da parte dell'utente al quale (a torto o a ragione) sembra che i servizi sanitari e il personale in essi impiegato procedano per una loro insindacabile strada che può essere soddisfacente per le professioni sanitarie, ma che non corrisponde a quelle che sono le

La stretta correlazione esistente fra il livello delle condizioni di salute di un paese e il suo livello di sviluppo economico viene messa in evidenza in questo grafico in cui la speranza di vita alla nascita è presentata *(in scala lineare)* in sovrapposizione con il prodotto nazionale lordo pro capite *(in scala logaritmica)* per un gruppo di paesi: i punti cadono approssimativamente lungo una linea. Gli Stati Uniti e i quattro paesi descritti ampiamente in questo fascicolo sono invece in colore.

La mortalità della prima e seconda infanzia può essere ridotta da iniziative dirette a fornire assistenza sanitaria e a migliorare l'alimentazione, secondo un'indagine svolta dall'Overseas Development Council (ODC) su 10 programmi di «intervento diretto». Gli istogrammi mostrano gli effetti sulla mortalità della prima *(in colore)* e della seconda infanzia *(in grigio)* di quattro programmi sperimentali, interessanti ognuno la popolazione di una zona rurale di dimensioni limitate. Per i tre primi esperimenti vengono confrontati i tassi registrati in villaggi di controllo *(in tratteggio)* con quelli registrati nelle zone in cui vennero fornite assistenza medica e supplementi di cibo (Nigeria), solo supplementi di cibo (Perù) o solamente assistenza medica (India). Nel caso del Guatemala vengono invece confrontati i tassi precedentemente *(in tratteggio)* e dopo l'intervento (assistenza medica e supplementi di cibo). La mortalità della seconda infanzia si riferisce alle morti di bambini compresi fra uno e cinque anni salvo nel caso dell'esperimento indiano dove si riferisce invece alle morti di bambini di età da uno a tre anni.

esigenze più sentite dal consumatore.»

Troppe facoltà mediche nel mondo in effetti preparano i laureati non per prendersi cura della salute della gente, ma per curare malattie attraverso l'applicazione di tecniche sempre più costose e raffinate. Esse preparano i medici ad affrontare le condizioni cliniche meno comuni piuttosto che i normali problemi di salute della comunità, e a considerare le singole manifestazioni morbose piuttosto che l'individuo nel suo complesso e nei suoi rapporti con la società. I sistemi sanitari, e in molti paesi i sistemi di assicurazioni sociali che contribuiscono al loro finanziamento, sono orientati verso i ricoveri ospedalieri piuttosto che verso l'assistenza ambulatoriale, a domicilio e l'autoassistenza. Molte delle tecniche più ammirate sono semplicemente tecniche tipo «placebo». In questa categoria secondo l'autore rientrano non solo la prescrizione dei tanti farmaci oggi in voga ma anche l'indiscriminato ricorso alla chirurgia coronarica, alle unità di cura intensiva, alla tomografia dell'intero organismo e così via. In nome della «qualità» dell'assistenza medica probabilmente un ottanta per cento delle risorse dedicate alla sanità a livello mondiale vengono impiegate per risolvere meno del 10 per cento dei problemi sanitari mondiali.

Nel 1977 l'assemblea annuale dell'Organizzazione mondiale della sanità ha affermato che il principale obiettivo sociale per i governi (e per l'Organizzazione stessa) nei decenni a venire doveva essere «il raggiungimento entro l'anno 2000 da parte di tutti i cittadini del mondo di un livello di salute tale da permettere loro di condurre una vita socialmente ed economicamente produttiva» obiettivo riassunto nello slogan «salute per tutti entro il 2000». Nel 1978 un Congresso internazionale promosso congiuntamente dall'OMS e dal Fondo per l'infanzia delle Nazioni Unite ad Alma Ata nell'Unione Sovietica ha identificato nell'assistenza sanitaria di base la chiave per ottenere «salute per tutti entro il 2000». Come afferma la già citata dichiarazione di Alma Ata, assistenza sanitaria di base è quella condotta con «metodi e tecniche pratiche, scientificamente fondate e socialmente accette, rese universalmente accessibili agli individui e alle famiglie nella comunità, con la loro piena partecipazione e a costi che la comunità e il paese possono permettersi di sostenere in qualsiasi stadio del loro sviluppo, in uno spirito di fiducia in se stessi e di autodeterminazione.»

Tale assistenza affronta i principali problemi sanitari della comunità fornendo servizi di promozione, prevenzione, cura e riabilitazione e comprende come minimo l'istruzione intorno ai problemi di salute e al loro trattamento; campagne per l'aumento delle disponibilità alimentari, per una nutrizione appropriata e per condizioni d'igiene basilari; assistenza alla madre e al bambino compresa la pianificazione familiare; vaccinazioni contro le più gravi malattie infettive; contenimento delle malattie endemiche; terapia appropriata delle malattie e lesioni comuni e somministrazione dei farmaci fondamentali. L'erogazione dell'assistenza sanitaria di base, così come è stata definita, è ora ufficialmente all'ordine del giorno dell'OMS e degli stati membri. Quattro principi sono alla base di tale assistenza: un approccio multisettoriale, partecipazione della comunità, una distribuzione equa e una tecnologia appropriata.

La multisettorialità è imposta dai vari elementi che compongono l'assistenza di base e dalle attività e attrezzature necessarie per realizzarli. Cure mediche e istru-

zione da parte di medici, di infermieri e di una vasta gamma di operatori ausiliari costituiscono solo una parte dell'insieme, mentre un'altra parte è rappresentata dalle strutture pubbliche relative alla salute. Produzione e distribuzione di derrate alimentari, disponibilità di acqua pura, adeguati mezzi di trasporto alle istituzioni sanitarie, abitazioni sane e pratiche igieniche: tutto questo può essere ottenuto solo per mezzo degli sforzi congiunti di settori diversi. Considerazioni di tipo sanitario devono d'altra parte essere tenute presenti in tutti i programmi di sviluppo economico. Tanto per citare un esempio chiarificatore, quando si decide di costruire un sistema di irrigazione in una regione arida dove sono diffusi alcuni fattori epidemiologici occorre prima istruire la gente per mezzo di personale sanitario intorno ai pericoli della schistosomiasi e, se si vuole evitare che la gente usi i canali di irrigazione per il bucato o per bagnarsi, occorre anche prevedere impianti idrici alternativi.

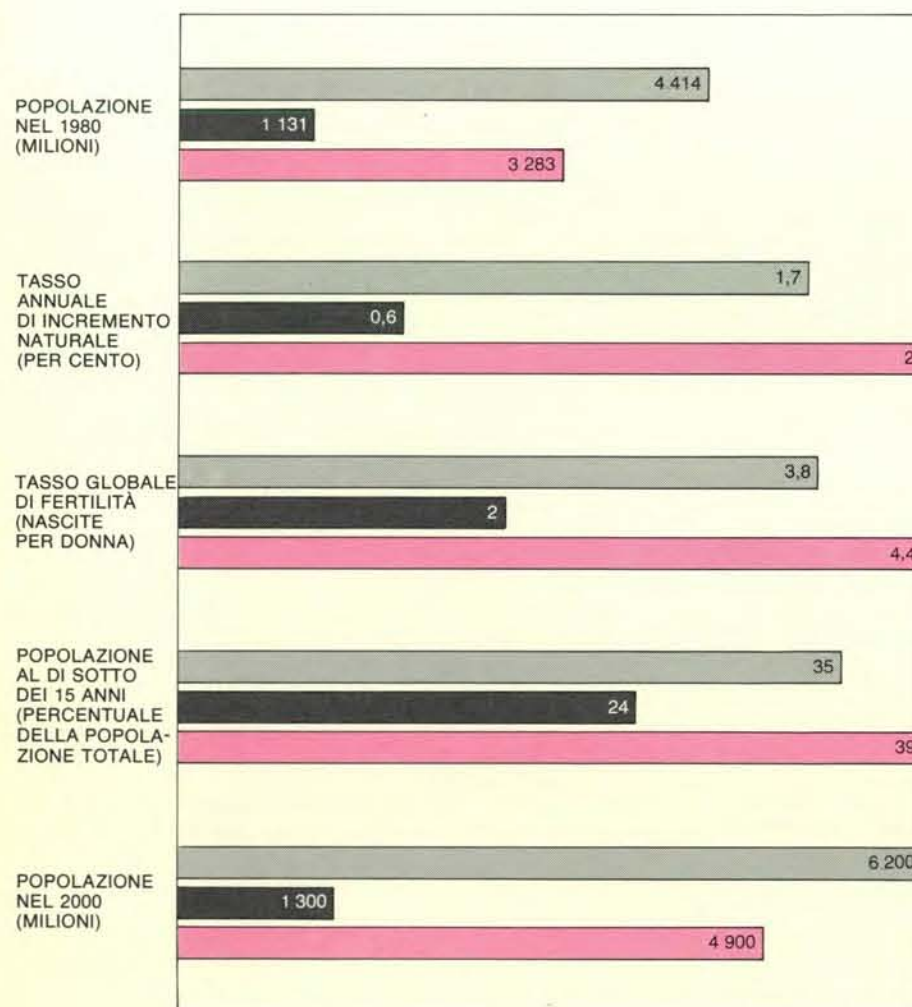
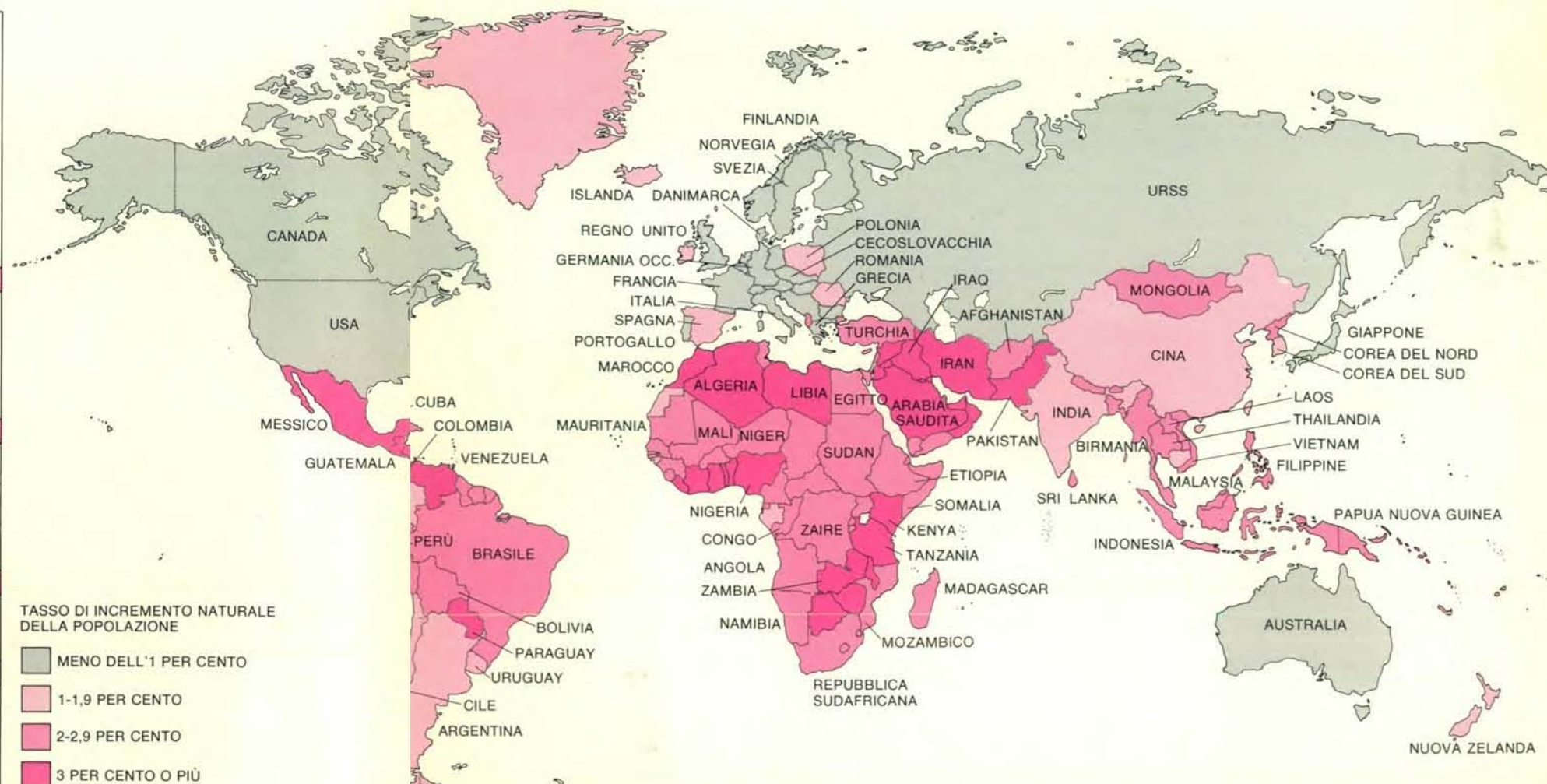
L'impegno individuale nell'occuparsi della propria salute e la partecipazione della comunità nell'assegnazione delle risorse sanitarie sono a loro volta essenziali. La gente desidera star bene e mantenersi in buona salute e non manca di nozioni su cosa sia la salute e sul come ottenerla. Il valore dell'autoassistenza è stato per lungo tempo misconosciuto dalla classe medica. Attraverso una corretta informazione le persone possono essere indotte a evitare comportamenti dannosi alla salute, si tratti del fumo o della masticazione di noci di betel o dell'abbandono dell'allattamento naturale per il latte in polvere, allungato con acqua inquinata. I programmi di educazione sanitaria costituiscono perciò una parte importante dell'assistenza di base. Partecipazione significa oltre tutto avere un ruolo nella selezione degli obiettivi e delle priorità in materia sanitaria.

Anche nelle società ricche ed evolute la gente è infastidita dal «misticismo medico» e dal distacco con cui la scienza medica tratta il paziente. Tanto più sospettose sono le popolazioni rurali dei paesi in via di sviluppo nei confronti dello straniero che viene con i suoi «pacchetti» sanitari da prendere o lasciare o che promulga regole e costringe a pratiche in conflitto con le credenze tradizionali o infine che stabilisce obiettivi arbitrari che non coincidono con le priorità localmente riconosciute. Un programma di «assistenza sanitaria» in astratto significa poco. In una determinata comunità può avere più senso assicurare anzitutto un pollo per famiglia, poi impiantare un punto di rifornimento d'acqua a dieci minuti anziché un'ora di strada, poi vaccinare contro il morbillo e forse solo a questo punto passare all'istruzione relativa alla limitazione delle nascite e fornire un adeguato quantitativo di contraccettivi.

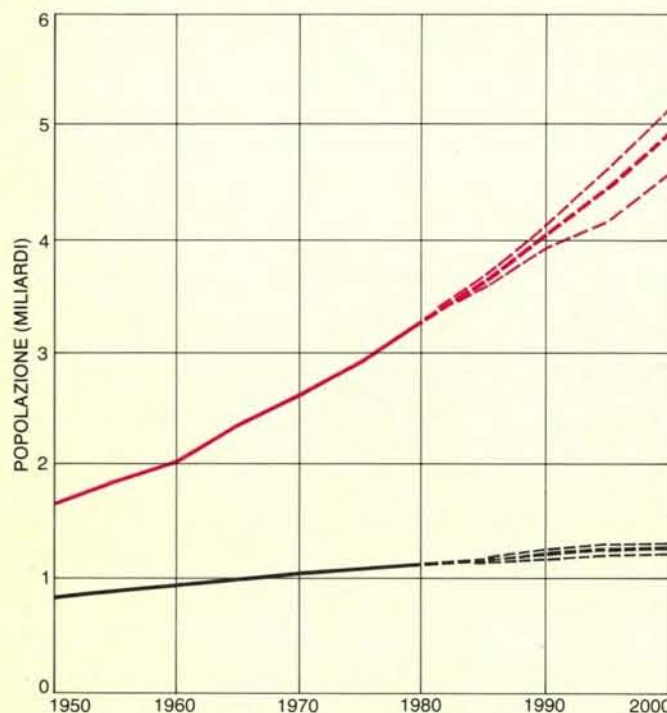
Ho già parlato abbastanza diffusamente della necessità di un'equa distribuzione delle risorse sanitarie. Nei paesi in via di sviluppo (come del resto in qualsiasi paese) ciò significa raggiungere con l'assistenza sanitaria i punti più sperduti delle zone rurali e i più squallidi angoli delle periferie urbane, cioè raggiungere precisamente quei gruppi che hanno minor forza politica ed economica per far valere le loro esigenze. Significa resistere alle pressioni a favore di una eccessiva spesa in servizi che interessano solo una minoranza destinando invece i fondi in via preferenziale ai servizi più necessari. Significa realizzare un sistema sanitario a forma di piramide con larga base, in cui la maggior parte di servizi possibile viene fornita il più vicino possibile alla residenza, ma in cui ogni livello di assistenza si appoggia strettamente a un livello superiore al quale i pazienti possono essere indirizzati (e che i pazienti possono in qualche modo raggiungere). Equità significa anche una miglior distribuzione internazionale delle risorse sanitarie. È poco probabile che le nazioni ricche si inducano a lesinare sui loro tomografi o arrivino a ridurre le operazioni chirurgiche non necessarie per finanziare l'addestramento di operatori sanitari di comunità nel Terzo Mondo, ma la solidarietà mondiale richiede che esse contribuiscano almeno in parte ai finanziamenti e alle attrezzature di cui i paesi meno sviluppati hanno bisogno per poter erogare un'assistenza di base a tutta la loro popolazione.

Il principio della «tecnologia appropriata», correttamente inteso, è essenziale per il successo di qualsiasi programma sanitario. Esso viene spesso frainteso. Tecnologia appropriata per i paesi sottosviluppati non significa «piccolo è bello»: non si tratta di prescrivere una tecnologia povera e primitiva a popolazioni povere e primitive. Si tratta invece di adottare materiali e metodi che siano scientificamente fondati e socialmente accetti in un determinato contesto, materiali e metodi da usare per risolvere problemi sanitari importanti e che vengano effettivamente resi disponibili, attraverso sistemi che il paese può permettersi, là dove essi sono maggiormente necessari. La realizzazione di una tecnologia appropriata non è facile e spesso richiede raffinatezza e sensibilità scientifica.

Posso citare a questo proposito la mia esperienza in materia di tubercolosi. Quando andai in India per conto dell'OMS negli anni cinquanta il trattamento standard consisteva nel ricovero in sanatorio: la chemioterapia era appena entrata in fase di realizzazione. L'India aveva circa tre milioni di casi di tubercolosi e nessuna possibilità di curarli in sanatori od ospedali. Era necessario sperimentare, cioè mettere a punto una tecnologia appropriata. Il centro per tubercolotici di Madras aveva definito un progetto di trattamento intermittente a domicilio con farmaci come l'isoniazide, ma risultò che un ciclo di trattamento tale da fornire un tasso di guarigione del 95 per cento avrebbe avuto un costo così alto che era meglio adottare un sistema diverso, che assicurava un tasso di guarigione di circa l'85 per cento a un numero di pazienti cento volte superiore. La funzione dell'OMS fu di dare alle autorità sanitarie indiane il coraggio di adottare una scelta che sarebbe stata inaccettabile in paesi più ricchi. Il centro di Madras mise a punto delle procedure diagnostiche standardizzate, dimostrò l'efficacia dei preparati chemioterapici somministrati a domicilio e ideò un piano di trattamento che venne poi omologato da un comitato di esperti dell'OMS.

Tecnologia appropriata significa spesso tecnologie semplici ma non semplicistiche. Una delle invenzioni chiave che ha maggiormente contribuito alla recente scomparsa del vaiolo è consistita in un piccolo ago biforcuto che permette di somministrare la piccola dose necessaria di vaccino molto più esattamente che non gli eleganti iniettori a getto. Un altro esempio è dato dal trattamento delle affezioni diarroiche per mezzo della reidratazione con soluzioni di sostanze chimiche semplici. Le prove di questo sistema ebbero inizio in Messico in centri distrettuali

Popolazione e alcuni dati o stime che la concernono per l'intero mondo *(in grigio)*, per i paesi più sviluppati *(in nero)* e per i paesi meno sviluppati *(in colore)*. Il tasso di incremento naturale è la differenza fra i tassi medi di natalità e di mortalità di una popolazione. Il tasso di fertilità globale è dato dal numero di bambini che una donna partorirebbe se si conformasse ai tassi medi correnti di fertilità per classi di età.

Le dimensioni relative della popolazione al di sotto dei quindici anni rispecchiano l'andamento della fertilità negli anni recenti e influiscono sull'incremento futuro. Gli effetti combinati della fertilità, mortalità e struttura per età della popolazione portano alle stime della popolazione nel 2000. I dati per gli istogrammi e per la mappa, in gran parte forniti dall'ONU, sono stati aggiornati dal Population Reference Bureau.

di reidratazione ma si mostrarono molto costose e inoltre richiedevano personale specializzato ed erano legate all'efficienza dei sistemi di trasporto. Ulteriori ricerche hanno permesso la messa a punto di un pacchetto per la preparazione di soluzioni che possono essere somministrate a domicilio da chiunque. Si tratta di un sistema egualmente efficace e molto meno costoso. «Appropriata» significa anche avere un buon rapporto costo/risultati. Il primo ministro di un paese sottosviluppato chiese non molto tempo fa all'OMS un tomografo computerizzato per l'intero corpo. Io osservai che l'acquisto di tale apparecchio avrebbe assorbito l'intero stanziamento di due anni dell'OMS a favore di tale paese, e che con la stessa spesa

La curva della popolazione mondiale ***(in nero)*** **dal 1800 ai giorni nostri è proiettata secondo tre stime dell'ONU all'anno 2000** ***(linee tratteggiate)*****. Le tre stime, alta, media e bassa, differiscono principalmente in ragione delle ipotesi circa la futura fertilità. Il tasso di incremento naturale** ***(curva in colore)*** **ha avuto un picco tra il 1960 e il 1965 e probabilmente continuerà a declinare** ***(linea tratteggiata in colore)*****.**

La popolazione dei paesi meno sviluppati ***(in colore)*** **continuerà a crescere di più di quella dei paesi più sviluppati** ***(in nero)*** **e nel 2000, secondo la stima dell'ONU, sarà il 79,5 per cento della popolazione mondiale. Le altre due linee tratteggiate indicano le varianti alta e bassa.**

Il movimento dalla campagna verso la città dilaterà le agglomerazioni urbane dei paesi meno sviluppati. Delle 10 maggiori aree metropolitane nel 2000 otto si troveranno nei paesi sottosviluppati, dove la frazione urbana della popolazione crescerà dall'attuale 29 al 41 per cento.

si sarebbe potuto invece vaccinare tutti i bambini di quel paese contro il morbillo per 10 anni, salvando così la vita di forse 500 000 bambini. Il presidente di un altro paese, che aveva problemi di malaria, chiedeva aiuto per una campagna di eliminazione delle zanzare portatrici. Una campagna di questo tipo può essere efficace, ma richiede tempo: la cosa da fare subito per prevenire la morte di circa 100 000 bambini all'anno è invece fornire farmaci antimalarici a tutti quelli che sono colpiti da tale malattia o esposti a essa.

Possono le strategie di assistenza di base portare a qualche risultato o avranno lo stesso destino di molti tentativi precedenti, pieni di buone intenzioni, ma scarsi di effetti? La maggior parte delle prove a loro favore sono di tipo intuitivo o indiziario. Si vorrebbe invece condurre qualche indagine su vasta scala e sotto accurato controllo. Si potrebbe per esempio predisporre un programma di estensione delle colture agricole a favore de due gruppi di popolazione, diciamo di un milione ciascuno e, in uno dei due casi, destinare una piccola parte degli stanziamenti all'assistenza sanitaria di base. Si rifletterebbero gli effetti di tale assistenza sulle rese per ettaro? Io credo di sì, ma un esperimento di questo tipo sarebbe difficile e costoso e richiederebbe parecchio tempo mentre per certi problemi non è possibile aspettare.

Una recente analisi condotta su esperimenti di portata più limitata fornisce comunque risultati incoraggianti. Davidson R. Gwatkin, Janet R. Wilcox e Joe D. Wray dell'Overseas Development Council (ODC) hanno esaminato i risultati di dieci programmi sperimentali, interessanti ciascuno da 2000 a 65 000 persone e intesi al miglioramento delle condizioni sanitarie e alimentari, sostanzialmente nei modi previsti dalla Dichiarazione di Alma Ata, programmi portati avanti in diversi contesti negli ultimi 25 anni in quattro continenti. Il costo annuale di tali programmi era piuttosto basso: da 80 centesimi di dollaro a 7,50 dollari per persona interessata, ossia da circa lo 0,5 per cento al 2 per cento del prodotto nazionale lordo pro capite dei paesi toccati dai programmi: una spesa più o meno corrispondente al livello di spese sanitarie rilevato per la maggior parte dei paesi in via di sviluppo. La conclusione principale dell'analisi è che i programmi hanno funzionato, avendo ottenuto come risultato, in particolare, l'abbassamento del tasso di mortalità per la prima e la seconda infanzia. In certi casi si è anche registrato un miglioramento degli indici di sviluppo fisico dei bambini o l'abbassamento di un livello di fertilità molto elevato. Lo studio dell'Overseas Development Council mostra come le popolazioni possano essere aiutate a uscire dal circolo vizioso di povertà, malattie, denutrizione, alti tassi di mortalità e dimensioni familiari al di là delle capacità economiche della famiglia stessa.

Nel 1800 i tassi di natalità ***(curva in colore)*** **e di mortalità** ***(curva in nero)*** **erano entrambi alti e il tasso di incremento naturale era limitato** ***(frecce)*** **sia nei paesi sviluppati che in quelli sottosviluppati. Nel paesi sviluppati il tasso di mortalità andò quindi scendendo gradualmente e per un certo periodo il tasso di incremento crebbe, ma poi il tasso di natalità ebbe un rapido declino e il tasso di incremento tornò ad abbassarsi. Nei paesi sottosviluppati la caduta del tasso di mortalità, quando ebbe luogo, fu più rapida mentre il tasso di natalità si è mantenuto alto più a lungo, dando origine a un grosso incremento naturale. I paesi meno sviluppati devono ancora raggiungere l'ultima fase della transizione demografica: quella dei tassi di natalità e di mortalità bassi entrambi.**

Questo mi riconduce a quello che considero il punto focale di tutto il discorso: i tassi di fertilità, argomento che a me sembra più significativo e meglio trattabile quando viene esaminato a livello della singola famiglia piuttosto che come un problema globale di popolazione. La pianificazione familiare e l'eccessiva fertilità dovrebbero essere materie di interesse per i pianificatori sanitari anche se non vi fosse relazione fra fertilità e sviluppo economico. Come risultato degli alti tassi di natalità i bambini e i ragazzi sotto i 15 anni rappresentano oggi circa il 40 per cento della popolazione dei paesi meno sviluppati, contro meno del 25 per cento nei paesi più sviluppati. I soggetti giovani sono particolarmente esposti a molte malattie diffuse nelle società povere, il che aumenta il tasso di mortalità. Le famiglie numerose sono più difficili da mantenere quando il reddito è a livello di sussistenza. L'affollamento in abitazioni insalubri facilita la trasmissione di malattie contagiose. Oltre tutto, l'alta fertilità incide sulla salute e sulla mortalità delle madri. Un inadeguato intervallo fra le nascite rappresenta un grosso aggravio per l'organismo femminile e le morti per parto aumentano notevolmente dopo il terzo figlio. L'alta fertilità porta d'altronde a un aumento nel numero degli aborti illegali che presentano rilevanti rischi per la salute. Tali motivi dovrebbero essere sufficienti per far includere la pianificazione familiare fra i componenti fondamentali di un programma di assistenza sanitaria di base, indipendentemente da ogni considerazione di sviluppo economico.

Passando a quest'ultimo, è chiara comunque l'incidenza su di esso degli aumenti di popolazione. Nel «Piano d'azione riguardo alla popolazione mondiale» (World Population Plan of Action) adottato a Bucarest nel 1974 si dice che «le variabili relative alla popolazione influenzano le variabili dello sviluppo e sono a loro volta influenzate da quelle». Molti paesi hanno visto i miglioramenti faticosamente raggiunti nella produzione alimentare e totale, nella realizzazione di strutture sanitarie o scolastiche e nella creazione di posti di lavoro ridotti o annullati da un eccessivo incremento della popolazione. La maggior parte dei paesi sottosviluppati cercano perciò di arginare questo aumento di popolazione: un'indagine svolta nel 1976 dall'ONU rivela che 54 paesi, rappresentanti nel loro insieme l'82 per cento della popolazione dei paesi in via di sviluppo, considerano i loro tassi di fertilità troppo alti e recentemente gli sforzi per abbassarli hanno dato i primi segni di successo. Dopo essere cresciuto in maniera esponenziale per alcuni anni, il tasso di incremento della popolazione mondiale è

sembrato assestarsi intorno al 2 per cento all'anno fra il 1960 e il 1965. Esso è attualmente dell'1,7 per cento e, secondo una stima dell'ONU, le tendenze oggi in atto dovrebbero ridurlo a meno dell'1,6 per cento entro il 2000. L'indagine sistematica sulla fertilità mondiale condotta dall'ONU indica che in molti paesi sottosviluppati il desiderio espresso dalle donne di avere meno figli si sta effettivamente traducendo in una minore fertilità. In particolare la Cina, che rappresenta da sola più di un quinto della popolazione mondiale, è impegnata in una massiccia campagna di controllo della fertilità che in meno di 10 anni ha già conseguito la drastica riduzione del suo tasso di natalità.

Il tasso di aumento della popolazione nei paesi meno sviluppati è però ancora intorno al 2 per cento annuo e, al ritmo attuale di crescita, quasi due miliardi di individui si aggiungeranno alla popolazione mondiale entro la fine del secolo, cioè quasi quanti se ne sono aggiunti fra il 1950 e il 1980. Più del 90 per cento dell'aumento sarà localizzato nei paesi sottosviluppati la cui popolazione, da sola, rappresenterà nel 2000 quasi il doppio di quella che era l'intera popolazione mondiale nel 1950: a quell'epoca circa l'ottanta per cento della popolazione mondiale vivrà nei paesi sottosviluppati. A parte queste cifre globali vi è anche da dire che la rapida crescita di popolazione nei paesi in via di sviluppo porta a uno spostamento delle classi povere dalle zone rurali verso le città. Già oggi, nel 1980, 16 delle 26 città del mondo con più di cinque milioni di abitanti si trovano nei paesi in via di sviluppo: alla fine del secolo saranno 45 su 60. La gente si sposta in massa dalle campagne alle periferie cittadine in cerca di lavoro e di servizi più adeguati. Il modo migliore per opporsi a questa tendenza sta nell'offrire alle zone rurali migliori possibilità da un punto di vista economico e migliori servizi, ivi compresa l'assistenza sanitaria.

I paesi sottosviluppati non possono inviare la loro popolazione in eccesso nelle colonie o nell'America settentrionale come fecero i paesi industrializzati d'Europa quando si trovarono ad attraversare un'analoga fase di sviluppo demografico. E in molti casi la tradizione o la carenza dei servizi sociali hanno finora impedito alle donne di limitare le nascite, anche quando esse l'avrebbero voluto. In risposta alle conseguenze negative, e molto reali, dell'eccessiva fertilità sui singoli e sulle singole nazioni, e alla paura, amplificata questa, di un'«esplosione demografica mondiale», gli sforzi per la diffusione del messaggio della pianificazione familiare nei paesi in via di sviluppo si sono moltiplicati negli ultimi 25 anni. In taluni casi però tecnocrati spinti dalle migliori intenzioni hanno compiuto malaccorti tentativi di vendere una soluzione tecnica a contadini per niente disposti ad accettarla; in altri casi, invece, le tecniche erano sperimentali e non dimostrabilmente innocue e in altri ancora questo argomento estremamente delicato è stato affrontato senza la dovuta considerazione nei riguardi dei costumi e delle credenze locali.

Il congresso di Bucarest ha formalmente riconosciuto che «ogni individuo e coppia ha il diritto fondamentale di decidere liberamente e responsabilmente quanti figli voglia e a quale distanza di tempo l'uno dall'altro, e di disporre delle informazioni, dell'istruzione e dei mezzi necessari per questo». La dichiarazione di Alma Ata ha compreso la pianificazione familiare fra i componenti dell'assistenza sanitaria di base. Il messaggio della pianificazione familiare e i mezzi per realizzarla vengono in ogni caso meglio gestiti da operatori sanitari locali che si siano guadagnati la fiducia delle popolazioni locali piuttosto che dai governi centrali. Questi operatori dovrebbero suggerire una gamma di tecniche alternative piuttosto che un singolo metodo imposto dal governo e tali tecniche dovrebbero essere innocue, efficaci e socialmente accettabili. L'esperienza degli ultimi anni ha dimostrato che ovunque siano stati introdotti servizi di assistenza sanitaria le donne hanno chiesto informazioni e strumenti per ridurre e intervallare le nascite. La pianificazione familiare, come abbiamo detto, è d'altronde motivata da ragioni di salute. L'erogazione di servizi relativi alla pianificazione familiare insieme con l'assistenza sanitaria può d'altro canto facilitare l'accettazione degli altri servizi sanitari, nonché l'acquisizione delle misure relative allo sviluppo socioeconomico in generale, in particolare attraverso la sensibilizzazione delle donne al problema di una maggior autogestione della loro vita.

Ho sottolineato all'inizio che la salute deve essere considerata un obiettivo in se stessa. Essa rappresenta però anche una leva fondamentale per lo sviluppo: la salute è dell'uomo e per l'uomo, e l'uomo è sia il soggetto che l'oggetto dello sviluppo socioeconomico. La salute è fondamentale anche da un punto di vista freddamente politico dato che rappresenta un obiettivo relativamente incontrovertibile. I paesi ricchi che possono fornire le relativamente piccole (per essi) risorse finanziarie (nonché la loro esperienza e conoscenza scientifica) di cui i paesi poveri continueranno ad aver bisogno per migliorare lo stato di salute delle loro popolazioni devono rendersi conto, tra l'altro, che molti dei programmi sanitari intrapresi nel Terzo Mondo portano vantaggi considerevoli ai paesi ricchi. La scomparsa del vaiolo, tanto per fare un esempio, permette ai paesi ricchi di risparmiare miliardi di dollari in vaccinazioni, controlli e spese di quarantena. L'eliminazione del vaiolo non rappresentava, dal punto di vista della salute, l'esigenza più importante dei paesi poveri, in alcuni dei quali, per esempio, centinaia di migliaia di bambini muoiono invece ogni anno di malaria. Questa iniziativa venne decisa perché era importante da un punto di vista mondiale, e questo dimostra l'interdipendenza fra tutti i paesi del mondo quando si tratta di risolvere i problemi della salute.

ETÀ
80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5
600 500 400 300 200 100 0 100
POPOLAZIONE NEL 1980 (MILIONI)

Dimensioni e andamento della popolazione delle zone sottosviluppate *(in colore)* e delle zone sviluppate *(in grigio)* del mondo presentati nella situazione al 1980 *(in alto)* e nella stima al 2000 *(in basso)*. Il profilo delle piramidi è caratteristico di una popolazione in fase di espansione con alto tasso di natalità e di mortalità *(a sinistra)* e di una popolazione pressoché stazionaria *(a destra)*. Il confronto fra i profili del 1980 e del 2000 mostra come i larghi strati di popolazione ora sotto i quindici anni dei paesi sottosviluppati entreranno nell'età lavorativa, esasperando i problemi di disoccupazione, e come i nati negli anni del *baby-boom* dei paesi sviluppati saranno invecchiati.

L'oncocercosi o cecità dei fiumi è una delle malattie endemiche di molte zone dei paesi sottosviluppati e potrebbe essere combattuta per mezzo di energici programmi di assistenza sanitaria. Essa è provocata dall'infestazione da parte del nematode *Onchocerca volvulus* le cui larve penetrano attraverso la pelle e raggiungono l'occhio. La malattia viene trasmessa dalla puntura di un dittero della famiglia dei simulidi che trova il suo ambiente di riproduzione nelle acque correnti. In certi villaggi delle vallate fluviali dell'Africa Occidentale un quinto degli adulti può essere reso cieco dall'oncocercosi, come questi uomini condotti attraverso un campo nel Ciad. La prevenzione e cura dell'oncocercosi attraverso l'assistenza medica e l'eliminazione degli insetti vettori potrebbe consentire la coltivazione di molte zone fertili ora incolte.

Mi sono soffermato fin qui sulle popolazioni dei paesi in via di sviluppo, ma questo non significa che nei paesi sviluppati vada tutto bene. Se la maggior parte delle malattie nei paesi in via di sviluppo sono causate da povertà e privazioni, sono invece proprio l'abbondanza e il consumismo che incidono negativamente sulla salute dei paesi sviluppati. I problemi di salute delle popolazioni di questi paesi sono molto spesso il risultato di eccessi nel fumare, nel mangiare e nel bere, di strapazzi, dell'uso e abuso di medicinali, dell'inquinamento dell'ambiente e dell'alienazione nei giganteschi agglomerati urbani. D'altra parte i sistemi sanitari dei paesi sviluppati sono troppo costosi. Se questi costi non vengono frenati anche i paesi più ricchi non riusciranno a pagarsi le loro tecnologie mediche avanzate e nello stesso tempo a fornire un'adeguata assistenza sanitaria a tutti i segmenti della popolazione.

In un recente simposio internazionale dedicato alla salute della popolazione gli Stati Uniti hanno presentato alcune indicazioni preliminari di quella che sarà la loro strategia per il raggiungimento di tale obiettivo a favore della loro popolazione entro l'anno 2000. La loro relazione rileva che «i rischi derivanti dalla condotta individuale e sociale rappresentano oggi una delle principali cause di morte e invalidità premature negli Stati Uniti... I rischi derivanti dall'ambiente comprendono l'inquinamento dell'aria, dell'acqua e degli alimenti, gli infortuni sul lavoro, l'esposizione a radiazioni nocive, il rumore eccessivo, i prodotti di consumo dannosi e i tracciati stradali pericolosi. I rischi che derivano alla salute dalla situazione socioeconomica si riferiscono al livello di reddito, all'abitazione e alle condizioni di lavoro, ai legami familiari e alle carenze nell'assistenza sociale... La gente ha bisogno di istruzione sanitaria e di informazioni che l'inducano a scegliere modi di vita più salubri e a fare miglior uso dei servizi disponibili. Pressioni sociali e vari tipi di pubblicità possono favorire o scoraggiare tali scelte.»

La relazione continua: «Alla mancanza di disponibilità di servizi adeguati intesi a favorire, mantenere o restituire la salute corrisponde una morbilità più alta e più grave... 49 milioni di statunitensi vivono in zone ufficialmente riconosciute come carenti da un punto di vista sanitario, 22 milioni dei quali in zone urbane e 27 milioni in zone rurali; il 14,9 per cento non dispone di una fonte regolare di cure mediche; da 20 a 25 milioni non hanno assicurazione contro le malattie... e altri 19 milioni ne hanno una insufficiente. Altri 46 milioni di abitanti degli Stati Uniti hanno un'assicurazione inadeguata per quanto riguarda le grosse spese mediche. Quasi metà delle persone che hanno un reddito al di sotto della "soglia federale di povertà" non sono tutelate dal sistema *Medicaid*.»

La strategia statunitense ai fini dell'obiettivo di assicurare la salute a tutti prevede misure preventive che comprendono vaccinazioni estese a tutti i bambini e campagne contro il fumo e contro l'alcolismo. La strategia si propone anche di assicurare a tutta la popolazione l'accesso ai servizi sanitari eliminando le barriere attualmente esistenti. La ricerca sanitaria dovrà essere orientata non solo alla scoperta di nuove conoscenze di base ma anche all'applicazione di tali conoscenze alla pratica clinica e alla definizione di nuovi modi di organizzare e finanziare i servizi sanitari. Infine vengono proposte delle strutture di sorveglianza atte a rilevare eventuali carenze del sistema sanitario e a provvedervi, dando la priorità a coloro che si trovano in situazione di rischio e di bisogno.

A quanto mi risulta non esiste alcun paese che possa ritenersi soddisfatto della sua situazione e del suo sistema sanitario, così come non conosco alcun paese che possa essere completamente soddisfatto del suo livello di sviluppo umano inteso come progressivo miglioramento della qualità della vita. Senza la salute, la qualità della vita non può essere che bassa: anche se la salute non è tutto, senza di essa il resto ha poca importanza. Non sto dicendo nulla di nuovo: 2500 anni fa Eraclito riconosceva che la salute è fondamentale per il benessere e lo sviluppo umano e scriveva: «Quando manca la salute la saggezza non può venire in luce, la cultura non può manifestarsi, la forza non può dar prova di sé, la ricchezza diventa inutile e l'intelligenza non può essere messa a frutto.»

Cibo

Nei paesi in via di sviluppo si dovranno investire più di 100 miliardi di dollari per garantire a tutti un'alimentazione sufficiente. Senza una distribuzione più equa dei redditi molti continueranno a essere affamati

di Nevin S. Scrimshaw e Lance Taylor

L'impegno a fornire una nutrizione adeguata a ogni essere umano dev'essere uno degli obiettivi principali dello sviluppo da oggi all'anno 2000. La sua realizzazione sarà difficile e incerta anche nel caso che si riescano a produrre alimenti in quantità sufficiente su scala mondiale. Benché, per assicurare una disponibilità di cibo adeguata, si richiedano progressi tecnici nella produzione, conservazione e lavorazione degli alimenti, per soddisfare la domanda di cibo saranno ancor più importanti una maggiore giustizia sociale e una più equa distribuzione dei redditi all'interno degli stessi paesi in via di sviluppo. Gli aiuti esterni potranno contribuire in parte a risolvere il problema, ma in ciascun paese l'esito sarà determinato primariamente dall'efficacia delle misure adottate dai relativi governi. In considerazione dell'accresciuta consapevolezza dei problemi alimentari in tutto il mondo e al tempo stesso delle potenzialità e dei limiti connessi all'introduzione di nuove varietà di piante coltivate ad alta resa (la «rivoluzione verde»), il 1980 è un anno favorevole per tentare di valutare quali prospettive sussistano di poter soddisfare i bisogni alimentari di tutti gli esseri umani entro la fine del secolo.

Un modo per cominciare questa stima consiste nel guardare al passato recente. Nel periodo di quindici anni compreso fra il 1961 e il 1976 la produzione di alimenti in 94 paesi classificati dalla Food and Agricultural Organization (FAO) delle Nazioni Unite come economie di mercato in via di sviluppo è aumentato al tasso del 2,6 per cento all'anno, tenendo appena il passo dell'aumento complessivo della popolazione e senza riuscire a raggiungere livelli sufficienti a far fronte all'aumento della domanda connesso alla crescita dei redditi. Nel 1975, secondo le stime prudenti della FAO, più del 23 per cento delle persone in 86 paesi, con una popolazione totale di 1,9 miliardi di persone, era sottoalimentato. Per considerare le situazioni più favorevoli, la produzione di cibo si è sviluppata più rapidamente della popolazione in 24 paesi in via di sviluppo. Nonostante un tasso annuo del 3 per cento nell'incremento demografico, questi paesi riuscirono ad aumentare la loro produzione di alimenti di prima necessità del 3,9 per cento all'anno. In India, che copre quasi un terzo della popolazione totale nel campione di 94 paesi studiato dalla FAO, gli aumenti annui nella produzione di alimenti (2,6 per cento) hanno superato di poco, nell'intervallo di quindici anni considerato, l'aumento della popolazione (2,4 per cento). L'esperienza della Cina, che non è inclusa nel campione della FAO, è incerta, ma ci sono indizi del fatto che essa dovrebbe aver quasi raggiunto l'autosufficienza nella produzione di alimenti, dal momento che nella maggior parte degli anni considerati ha esportato alcuni prodotti, mentre ne ha importato altri per far fronte a bisogni locali.

La raccolta di dati statistici sugli alimenti e un giudizio sulla loro adeguatezza o meno per decine di popolazioni diverse sono comprensibilmente difficili. Si comincia col raccogliere informazioni sulla produzione e sul consumo di alimenti paese per paese. La FAO compila tali informazioni per i novanta e più paesi classificati come in via di sviluppo e per i trenta e più paesi considerati come sviluppati. Una presentazione di tale informazione è il bilancio alimentare, un prospetto dei vari tipi di cibo disponibili per il consumo umano. La maggior parte dei paesi in via di sviluppo hanno una dieta che consiste principalmente di un alimento base, più un piccolo numero di altri alimenti. Nell'Afghanistan e nel Pakistan, per esempio, l'alimento principale è il frumento, e nel Messico e nell'America Centrale è il granturco. Nella regione del mondo più densamente popolata la Cina e l'Asia sudorientale, l'alimento principale è ovviamente il riso.

Un bilancio alimentare viene calcolato aggiungendo le importazioni di alimenti alla produzione interna, e sottraendone le esportazioni, le perdite stimate, la parte della produzione destinata alla semina e a mangimi animali. Ciò che rimane è il cibo disponibile per il consumo. Benché un tale calcolo consenta di definire le grandi linee di un sistema alimentare, le stime così formulate sono chiaramente soggette a errori anche gravi. Inoltre un bilancio alimentare non fornisce alcuna informazione sul modo in cui il cibo disponibile viene distribuito fra gruppi socioeconomici, fra famiglie o nelle famiglie.

Un punto di partenza più utile potrebbe essere costituito da dati sul consumo reale di alimenti. Anche quando tali dati sono disponibili, vengono però riferiti di solito alla famiglia nel suo complesso, a causa della difficoltà e dei costi connessi all'accertamento dei consumi di ciascun membro di essa. Gli studi sui consumi familiari dimostrano nondimeno in quale

Le colture intensive tipiche di aree agricole negli stati settentrionali, molto produttivi, delle Great Plains degli Stati Uniti, sono rappresentate nell'immagine a falsi colori accentuati scattata dal satellite Landsat *(pagina a fronte)* che copre un'area di circa 20 000 chilometri quadrati nella fascia del granturco dello Iowa settentrionale e del Minnesota meridionale. Il caratteristico disegno a campi rettangolari tipico delle zone agricole della regione presenta un allineamento esatto lungo assi nord-sud ed est-ovest. L'orbita del satellite, e quindi l'orientamento dell'immagine, è leggermente obliqua (di circa 13 gradi). Il confine fra lo Iowa e il Minnesota decorre diagonalmente (in direzione esattamente est-ovest) nella parte superiore della pagina. La principale coltura della regione è il granturco, oltre a piccole quantità di soia e di altre piante. La fotografia fu scattata in ottobre, dopo che la maggior parte dei campi avevano già fornito il loro raccolto. I campi che appaiono in colore più scuro erano anch'essi stati arati, portando così in luce il ricco suolo nero che contraddistingue questa regione. I campi di colore più chiaro hanno già fornito il raccolto ma non sono ancora stati arati; il loro alto potere riflettente è dovuto ai fusti di granturco e fogliame rimasti sul suolo. I campi giallastri rappresentano coltivazioni mature non raccolte (principalmente granturco). I campi rossastri sono coltivati a foraggio. Le forme rosse irregolari sono aree di vegetazione lungo corsi d'acqua e altri spazi non coltivati.

misura la quantità di cibo consumata da una famiglia vari col reddito. Gli alimenti consumati possono essere acquistati sul mercato o prodotti in casa, ma in ogni caso il consumo di proteine e di calorie aumenta col reddito familiare. Fino a un certo livello di reddito, compreso grosso modo fra 250 e 300 dollari all'anno per persona (in dollari americani 1980), l'assunzione di calorie dall'alimento base locale tende a crescere. A livelli di reddito superiore aumenta sempre più l'incidenza delle calorie derivanti da frutta, verdura e prodotti animali. Studi minuziosi condotti in regioni scelte, per esempio in Brasile, dimostrano che tanto la quantità quanto la qualità nutritiva delle proteine aumentano direttamente col reddito.

L'implicazione di tali osservazioni è che la dieta monotona, a base di cereali, dei poveri nei paesi in via di sviluppo dipende da necessità economiche e non da una libera scelta. Una famiglia povera in un ambiente sociale stabile può essere sottonutrita semplicemente perché non può permettersi una dieta migliore. La disgregazione dell'ambiente per opera della guerra, di migrazioni o di fenomeni di patologia sociale può solo intensificare la malnutrizione di una famiglia povera. Prescindendo da tali fenomeni di disgregazione, la malnutrizione è un chiaro segno del fatto che una famiglia non è in grado di procurarsi abbastanza cibo attraverso i soliti canali di produzione, acquisto, baratto o distribuzione da parte di enti assistenziali.

Studiando il rapporto fra consumo di cibo e reddito, varie ricerche recenti hanno cercato di stimare il numero di persone sottonutrite esistenti nel mondo. Un procedimento consiste nel presentare la distribuzione dei redditi familiari osservata in un paese tramite una curva di Lorenz *(si veda l'illustrazione a sinistra in alto alla pagina 40)*. L'asse orizzontale riporta percentuali della popolazione ordinate per livello di reddito familiare: il 20 per cento inferiore, il 40 per cento inferiore e così via. L'asse verticale dà la quota di reddito che ciascuna parte percentuale della popolazione riceve. Una curva di Lorenz tipica potrebbe indicare, per esempio, che al 20 per cento più povero delle famiglie va il 5 per cento del reddito, al 40 per cento più povero il 15 per cento del reddito e così via. La curva di Lorenz connette i punti che mettono in relazione popolazione e quote di reddito.

Le informazioni sulla distribuzione del reddito di un paese, quali sono compendiate in una curva di Lorenz, possono essere combinate con i dati sulla disponibilità di cibo tratti da un bilancio alimentare e con la relazione osservata fra reddito familiare e consumo di cibo per stimare la distribuzione del consumo di cibo per famiglia. La frazione di famiglie con livelli di consumo di calorie per ciascun membro della famiglia inferiori a un certo valore limite possono essere considerate sottonutrite. La FAO stima che, anche fissando tale demarcazione al basso valore di 1600 calorie al giorno (solo il 20 per cento sopra il metabolismo basale), più di 436 milioni di persone, ossia il 23 per cento della popolazione in un campione di 86 paesi poveri, siano sottonutriti.

Un gruppo di studio alla nuova Università delle Nazioni Unite a Tokyo ha recentemente sottolineato che il criterio della FAO tiene conto solo di un'attività fisica minima. L'esiguità dello standard calorico preso in considerazione dalla FAO può essere giudicato tenendo presente l'osservazione di Fernando Viteri, dell'Istituto di nutrizione dell'America Centrale e di Panama, che quando a braccianti agricoli di sesso maschile si concede di mangiare a piacere, essi possono consumare 3555 calorie al giorno senza guadagnar peso. Una stima della Banca Mondiale, fondata su ipotesi meno spartane di quelle della FAO, indica che 1,1 miliardi di persone, ossia più di un quarto della popolazione mondiale, sono sottonutrite.

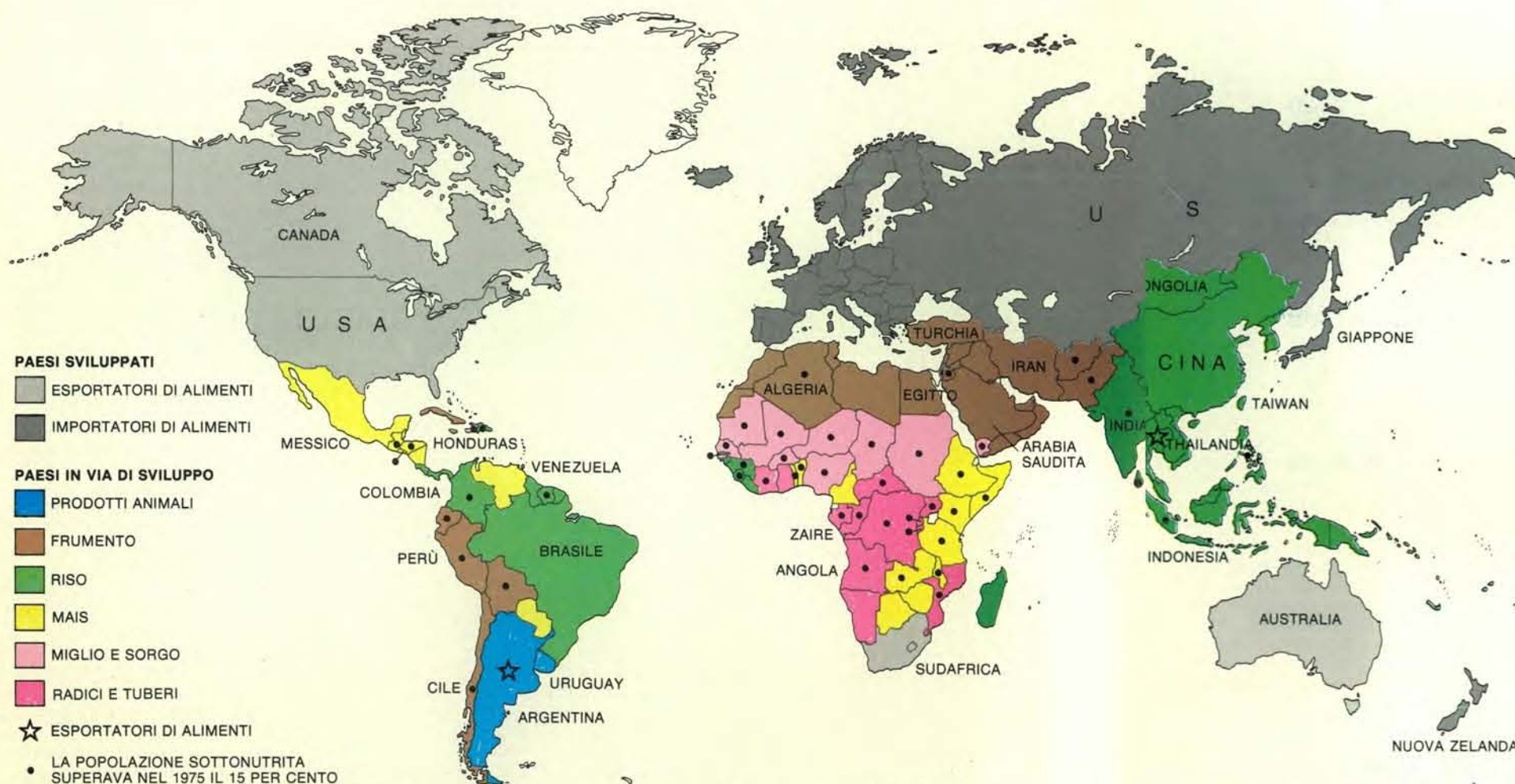
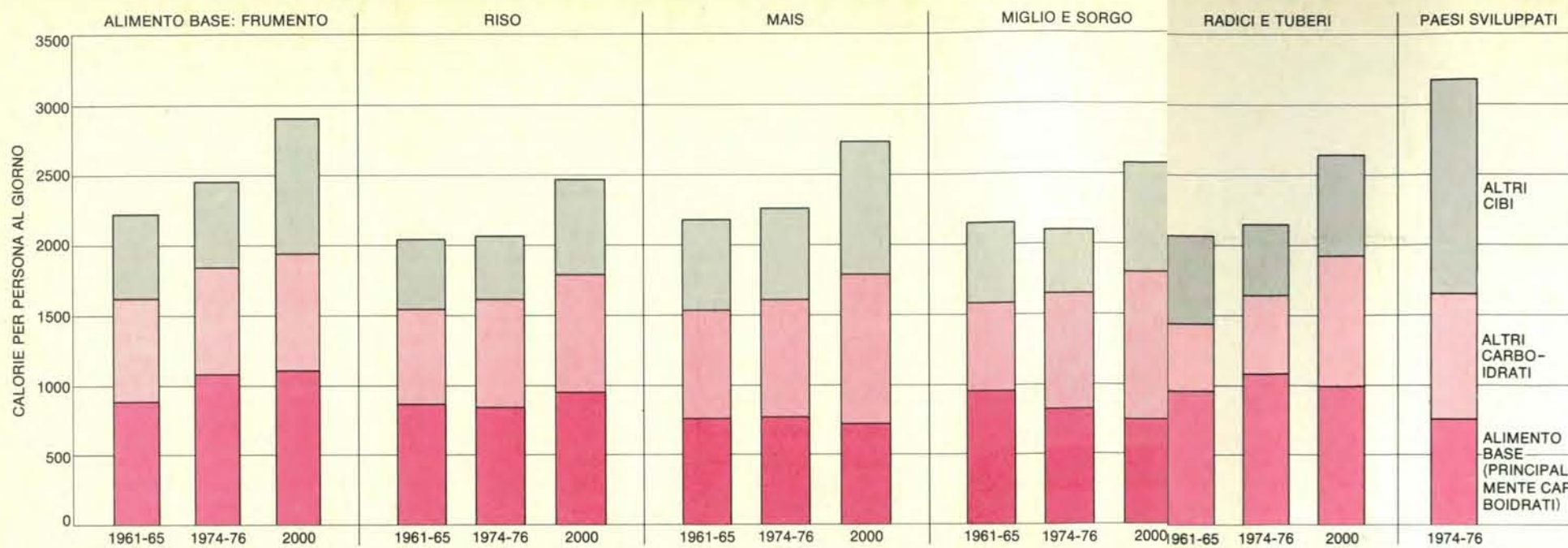
I paesi la cui popolazione è più soggetta alla denutrizione sono quelli in cui gli alimenti base sono o miglio e sorgo o radici e tuberi. Nella rassegna della disponibilità di cibo per il 1975 redatta dalla FAO, più del 15 per cento della popolazione risultava sottonutrita in nove dei dieci paesi in cui la principale fonte di calorie era miglio e sorgo e in dieci degli undici paesi in cui la popolazione si nutre principalmente di radici e tuberi *(si veda l'illustrazione in queste pagine)*. Il miglio e il sorgo sono disdegnati dai consumatori più ricchi, che li considerano un cibo adatto solo ai poveri. Essi furono inclusi in qualche misura negli studi di selezione di piante che resero possibile la rivoluzione verde, ma nella maggior parte del mondo non è stato possibile aumentarne in misura sensibile la resa, soprattutto perché molte fra le sementi migliorate non hanno potuto disporre di maggiori quantità di fertilizzanti e di irrigazione, che avrebbero consentito di ricavarne il massimo. Senza un'irrigazione adeguata, in periodi di grave siccità, persino il miglio e il sorgo danno raccolti scadenti. La carestia degli anni settanta e il persistere della precaria situazione alimentare nella cintura di paesi a sud del Sahara sono, in grande misura, una conseguenza della combinazione di precipitazioni scarse e della dipendenza dal miglio come alimento principale.

Anche in paesi che dispongono di una produzione complessiva di cibo sufficiente, la sottonutrizione persiste in conseguenza di marcate disuguaglianze nella distribuzione del reddito e della mancanza di programmi assistenziali per i poveri. Questa situazione è particolarmente clamorosa in paesi relativamente prosperi dell'America Latina, come il Cile, dove il frumento è l'alimento principale e dove più del 15 per cento della popolazione rimane sottonutrita nonostante il successo degli sforzi compiuti in campo agricolo. Analogamente, forti disuguaglianze nella distribuzione del cibo disponibile sono evidenti in paesi come El Salvador, Guatemala e Honduras, dove la dieta è fondata sul mais.

Benché il cibo base di un paese sia in genere la sua fonte primaria di carboidrati, nei paesi in via di sviluppo esso deve fungere anche da fonte principale di proteine per la maggior parte della popolazione povera. Il grado in cui questa fonte di proteine di bassa qualità viene integrata da fonti più ricche, o almeno complementari, di proteine dipende dal livello del reddito. Il consumo totale di proteine aumenta col reddito parallelamente al consumo di calorie. La disuguaglianza nell'alimentazione fra gruppi di reddito diverso è perciò aggravata da differenze nella composizione delle proteine consumate. La dieta delle persone più povere è inferiore non solo nella quantità totale di proteine, ma anche nella proporzione delle proteine di origine animale e vegetale. Di conseguenza le differenze nella frazione di proteine che possono di fatto essere utilizzate sono ancor più marcate delle differenze nelle calorie totali assunte con i cibi. Mentre solo una percentuale variabile fra il 30 e il 40 per cento della quantità, già di per sé inadeguata, di calorie assunte può essere utilizzata nella dieta dei poveri, tale percentuale sale al 50 o 60 per cento delle calorie fornite dalle proteine presenti nella dieta della parte più ricca della popolazione *(si veda l'illustrazione a destra in alto alla pagina 40)*.

All'interno della famiglia stessa, possono verificarsi carenze dietetiche per una varietà di ragioni. I bambini in età prescolare sono particolarmente esposti a questo rischio fra il periodo in cui il latte materno non è più sufficiente come unica fonte di cibo e quello in cui il bambino condivide appieno la dieta della famiglia. Nei paesi in via di sviluppo questo periodo critico è compreso per lo più fra 4-6 mesi e 18-24 mesi di età. In questo periodo una percentuale di bambini compresa fra il 15 e il 25 per cento soffre di malnutrizione e di ritardo nell'accrescimento a un punto tale che il loro peso è dal 25 al 40 per cento inferiore a quello di bambini ben nutriti. Le percentuali variano in misura tale da paese a paese da rendere difficili stime complessive, ma giudicando sulla base del ritardo in peso per età l'Organizzazione Mondiale della Sanità azzarda la stima che più di 500 milioni di bambini per ciascuna classe di età soffrano di malnutrizione di secondo grado o peggio ancora. Se si dovessero adottare criteri di peso per età più vicini ai valori normali di quelli adottati dall'OMS, si otterrebbero per i bambini malnutriti valori numerici considerevolmente più elevati di 500 milioni. Sulla base dei dati emersi da molti studi risulta l'esistenza di una correlazione fra menomazioni dell'accrescimento fisico e dello sviluppo e un'accresciuta predisposizione alle malattie. Si è trovato anche che i ritardi di sviluppo si riflettono nei risultati ottenuti in test sull'apprendimento e il comportamento, con la prospettiva di diminuite capacità dell'adulto.

Alle conseguenze negative della malnutrizione dei neonati e dei bambini in età prescolare non si potrà rimediare sempre accrescendo la disponibilità generale di cibo in epoca successiva, o anche aumentando il livello medio del consumo di cibo della famiglia. Provvedimenti presi nel campo dell'istruzione e dell'igiene pubblica potranno talvolta migliorare la sorte dei bambini in età prescolare, ma anche qui esistono limiti, dipendenti in forte misura dall'ambiente culturale della famiglia. Per esempio, in alcune culture il rifiuto inconscio di prestare cure a certi bambini può essere interpretato come una forma sanzionata socialmente di controllo della popolazione.

Da tali osservazioni si ricava costantemente che ogni sostanziale riduzione della sottonutrizione potrà dipendere solo da indirizzi politici tendenti non solo ad aumentare l'offerta di cibo, ma anche a garantirne un'equa distribuzione che tenga conto dei bisogni umani. Per realizzare quest'obiettivo si dovranno migliorare sia il reddito relativo sia lo status sociale degli strati più poveri delle popolazioni. Un aumento di reddito potrà esercitare con

Risorse alimentari e tipi di dieta qui illustrati sono stati studiati dalla FAO delle Nazioni Unite. Le popolazioni dei paesi sviluppati (ossia con un reddito annuo pro capite superiore a 300 dollari americani del 1979) hanno per lo più una dieta adeguata e variata. Solo quattro paesi nel mondo sono grandi esportatori di cereali: Stati Uniti, Canada, Australia e Argentina. Praticamente tutti gli altri paesi, con eccezioni minori, come la Thailandia, sono paesi nei quali le importazioni di alimenti prevalgono sulle esportazioni. La chiave di lettura dei colori indica la fonte prevalente delle calorie apportate dalla dieta in 90 paesi in via di sviluppo secondo la classificazione FAO. La Cina e la Mongolia, non incluse nell'elenco della FAO, sono classificate fra i paesi risicoli. A un certo numero di paesi minori, tralasciati anch'essi dalla FAO, è stata qui assegnata una dieta simile a quella dei paesi vicini. I puntini neri identificano 52 paesi in via di sviluppo in cui più del 15 per cento della popolazione era sottonutrita nel 1975 considerando come termine di riferimento i bassi livelli alimentari fissati dalla FAO. (La FAO definisce inadeguata una dieta contenente meno di 1600 calorie al giorno.) I paesi del Terzo Mondo nei quali il frumento *(marrone)* e il riso *(verde)* sono le principali piante coltivate sono quelli che hanno avuto più successo nel far fronte alla richiesta di alimenti. In 11 dei 17 paesi in cui il granturco *(giallo)* è la principale pianta coltivata, nel 1975 più del 15 per cento della popolazione era sottonutrito. In popolazioni che vivono di miglio e di sorgo *(rosa)* o di radici e di tuberi *(rosso)* un certo grado di malnutrizione è virtualmente universale.

Le tendenze nei tipi di dieta riscontrate fra l'inizio degli anni sessanta e la metà degli anni settanta, con una proiezione per l'anno 2000, sono state qui rappresentate dalla FAO per 88 paesi in via di sviluppo. I paesi nei quali l'alimento principale è il frumento sono quelli che hanno presentato i risultati migliori e che promettono di far meglio fronte ai problemi alimentari nel 2000. I paesi del riso, che comprendono quelli dalle popolazioni più estese, non hanno fatto registrare alcun aumento pro capite di calorie nell'intervallo di dodici anni che separa i primi due istogrammi, ma dovrebbero presentare un miglioramento significativo nel 2000. (Come in altri studi della FAO, la Cina non è compresa.) Benché la produzione pro capite di granturco sembri essersi stabilizzata, le popolazioni dei paesi produttori hanno aggiunto alla loro dieta calorie tratte da altri cibi, una tendenza che potrebbe continuare. Alimenti supplementari saranno essenziali se la dieta deve migliorare anche in paesi in cui i prodotti fondamentali sono il miglio e il sorgo o radici e tuberi. L'ultimo istogramma illustra il modello dietetico tipico nei paesi sviluppati.

ogni probabilità un'azione molto efficace in un'economia orientata al mercato, in cui la produzione di cibo risponda a un aumento della domanda. Nondimeno un esame dei modi in cui combattere la sottonutrizione potrà essere messo meglio a fuoco considerando dapprima il ruolo degli agricoltori e degli allevatori, i quali sono in definitiva i veri fornitori di alimenti a tutto il mondo.

La gestione di uno stabilimento industriale implica molte decisioni complesse, ma la gestione di un'azienda agricola non è certo meno complessa e comprende incertezze di un genere a cui l'imprenditore industriale non è esposto. Per poter acquisire una migliore comprensione delle decisioni che un piccolo agricoltore-allevatore deve affrontare in un paese povero in via di sviluppo, un gruppo di studio ha registrato settimana per settimana per un anno intero le attività di un singolo agricoltore e della sua famiglia a Yojoa, un paesino dell'Honduras. L'agricoltore produce, su sei ettari di terra, granoturco, riso e fagioli, e alleva polli. Col denaro ricavato dalla vendita dei suoi prodotti e dai servizi prestati con i suoi buoi e col suo carro da buoi, l'agricoltore compra sementi, fertilizzanti, paga occasionalmente braccianti, acquista oggetti necessari per la casa e indumenti per i familiari. Le entrate e le uscite di questa «azienda agricola» in miniatura compongono una rete complessa *(si veda l'illustrazione alle pagine 42 e 43)*. Quel che non si può illustrare su un diagramma del genere è la sequenza temporale delle operazioni che si richiedono per far sì che la gestione dell'azienda proceda senza intoppi e secondo un calendario preciso.

Un piccolo agricoltore che coltiva un terreno di cinque ettari nel Punjab (Pakistan) si trova a dover affrontare una serie del tutto diversa, ma non più semplice, di problemi. Anche qui il rispetto di un calendario ha un'importanza determinante: egli può avere due raccolti all'anno attraverso una scelta oculata delle piante da coltivare e dell'assegnazione delle terre alle varie colture. Dopo il raccolto del frumento, che è il suo cibo principale, in maggio, egli può seminare in giugno e luglio riso e mais e fare entrambi i raccolti prima della semina del frumento per il nuovo anno, in novembre. Altrove, all'interno del suo piccolo appezzamento di terra, egli coltiva simultaneamente fagioli, cotone (dopo una pianta tardiva utilizzata per estrarre olio di semi, come il ravizzone o la senape), canna da zucchero e foraggio per animali da tiro *(si veda l'illustrazione alla pagina 44)*.

Quanta superficie di terreno destinare a ciascuna coltura è una decisione difficile, che dipende in parte dai prezzi relativi e anche da limiti pratici, come le possibili rotazioni delle colture, l'esigenza di avere abbastanza foraggio per gli animali e di disporre di energia meccanica o di mano d'opera sufficiente per il raccolto quando è tempo di seminare una seconda pianta.

Per l'agricoltore e la sua famiglia un buon raccolto è qualcosa di molto simile a una questione di vita o di morte. Egli ha forti incentivi per evitare i rischi. Come hanno sottolineato da molto tempo studiosi di agricoltura su piccola scala, la tradizionale resistenza al mutamento nelle campagne si fonda proprio su questo fatto. Tecniche agricole sperimentate hanno consentito a comunità contadine di superare tempi buoni e cattivi, mentre non c'è alcuna garanzia che un'innovazione tecnologica si rivelerà altrettanto efficace.

Inoltre le istituzioni tendenti a ridurre il rischio in agricoltura spesso contribuiscono a mantenere le disuguaglianze economiche. Rientrano in questa categoria le forme usuali di divisione del raccolto (mezzadria) e gli alti tassi di interesse imposti ai poveri dagli usurai di paese. Tali invenzioni sociali minimizzano il rischio, ma contribuiscono a perpetuare la disuguaglianza nella distribuzione tanto del reddito quanto degli alimenti. In effetti la popolazione povera delle campagne è costretta dalla propria precaria posizione sociale ad accettare un anno dopo l'altro un basso consumo medio di cibo in cambio della garanzia sociale che in un anno di cattivi raccolti non sarà lasciata morire di fame dall'usuraio, dal proprietario terriero, dalle autorità governative o da altri beneficiari delle eccedenze economiche del sistema. Quando l'agricoltura è una componente di un'economia diretta dal mercato, i rischi tradizionali di una situazione di scarsità di cibo in una regione sono resi più complessi dal fluttuare dei prezzi di prodotti non agricoli. I braccianti e altri poveri tendono a essere le vittime di situazioni del genere, in quanto i loro salari non tengono dietro all'aumento dei prezzi in periodi di inflazione, mentre i detentori di eccedenze nel sistema trovano spesso il modo di premunirsi contro spinte inflazionistiche. Un mezzo ben noto per premunirsi contro la spirale dell'inflazione è costituito dall'accesso preferenziale al credito ufficiale.

L'esperienza limitata degli agricoltori più poveri non li prepara adeguatamente a volgere a loro vantaggio la crescente varietà di innovazioni tecniche e i miglioramenti istituzionali introdotti dal governo e da altri enti. Una misura dell'importanza di tali innovazioni e miglioramenti per i contadini poveri è illustrata dal Pakistan, dove la fornitura regolare di acqua per l'irrigazione e di fonti economiche di energia meccanica per la trebbiatura e per altre operazioni ha condotto in anni recenti a grandi guadagni nella produzione agricola. Di importanza centrale per la rivoluzione verde, assieme a sementi ad alta resa, sono state anche fonti più economiche e più sicure di fertilizzanti chimici e di insetticidi e la moderna conoscenza dei modi per ottenere più raccolti nel corso dell'anno.

Le conseguenze di tali sviluppi devono essere valutate in termini tanto economici quanto sociali. I grandi profitti assoluti resi possibili dallo sfruttamento di una nuova tecnologia indurranno i grandi proprietari terrieri a introdurre la meccanizzazione e a scacciare dalle campagne i loro fittavoli tradizionali? I diretti beneficiari della nuova tecnologia dovranno prendere decisioni di grande importanza. Il modo in cui essi utilizzeranno le nuove eccedenze potrà deprimere ancor più i livelli alimentari in una regione anche in una situazione di aumento della produzione totale di alimenti.

Contro questo sfondo di considerazioni microeconomiche, vediamo ora di stimare le possibilità di un aumento della produzione agricola su vasta scala. La terra, l'acqua e i fertilizzanti sono gli strumenti principali dell'agricoltura, assieme all'energia, che è una componente importante di tutte e tre le voci precedenti ed è essenziale per la meccanizzazione. Benché i clamorosi aumenti nei costi dell'energia negli ultimi sette anni abbiano rappresentato certamente un onere molto gravoso per l'agricoltura nei paesi in via di sviluppo, non hanno avuto però l'effetto paralizzante che ci si sarebbe potuti attendere. La spiegazione, in breve, è che finché i prezzi dei prodotti agricoli rimanevano elevati, il costo dei fertilizzanti aggiuntivi risultava ampiamente ripagato.

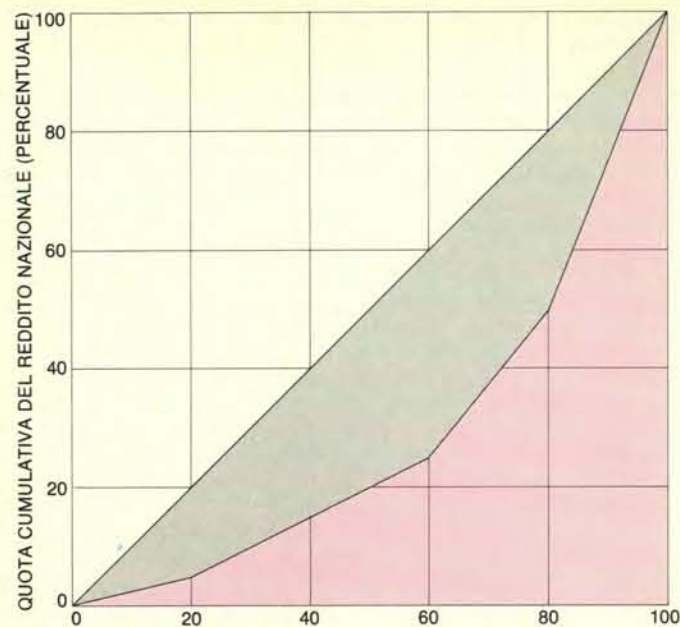
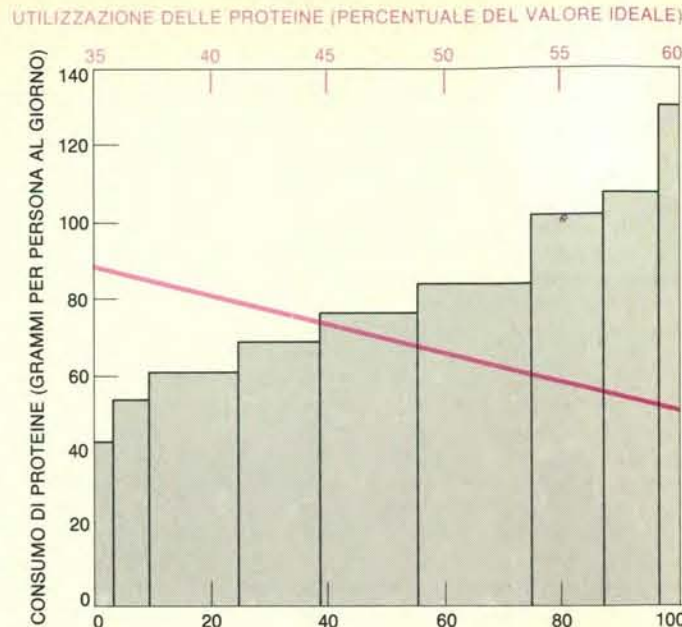
Su scala mondiale non potrebbe verificarsi, prima dell'anno 2000, una carenza di terreni idonei allo sfruttamento agricolo? La cosa pare improbabile. Sussiste infatti la possibilità di sfruttare sia il «margine intensivo» di raccolti crescenti sia il «margine estensivo» dell'irrigazione e di nuove aree che ancora rimangono da dissodare. Dopo la metà degli anni sessanta sono state compiute un certo numero di stime della quantità totale di terra arabile disponibile in tutto il mondo. Roger Revelle, della Harvard University, che ha compendiato le varie stime, ha calcolato nel 1974 che l'area mondiale totale disponibile per usi agricoli (contando più di una volta le aree in cui si ottiene più di un raccolto ogni anno) è di circa 4,4 miliardi di ettari. Oggi viene coltivata ogni anno meno della metà di quest'area, cosicché sussiste la possibilità di una forte espansione agricola, purché siano disponibili capitali sufficienti per la bonifica dei terreni e per l'irrigazione.

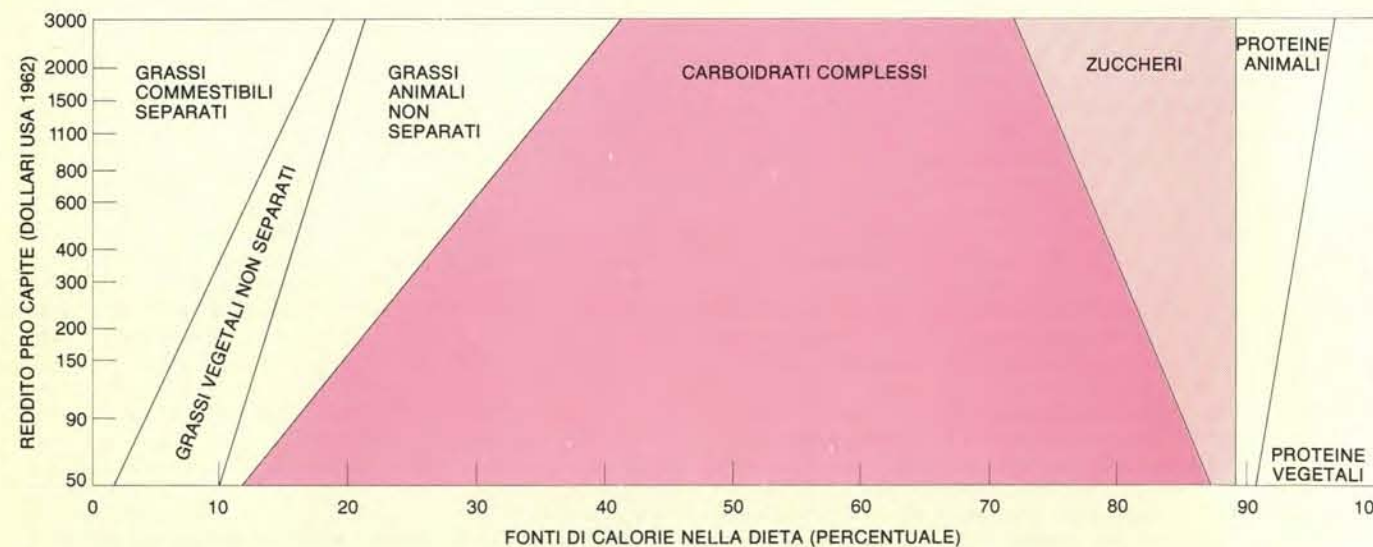
In effetti la situazione potrebbe essere migliore di quanto sembrava solo pochi anni or sono. Una nuova raccolta di carte dei suoli preparate dall'UNESCO è stata sottoposta recentemente a una nuova analisi da un gruppo di studio dell'Università agraria di Wageningen in Olanda. Il gruppo di Wageningen ha concluso che nel sud-est asiatico sono oggi in uso solo tre quarti circa dei terreni coltivabili; in stime precedenti la frazione dei terreni coltivati era stata indicata nel 93 per cento. Le aree potenzialmente coltivabili in Africa e in Sudamerica sono molto maggiori, per un totale complessivo di più di 600 milioni di ettari. L'Argentina da sola ha press'a poco la stessa quantità di terreni coltivabili dell'India, con una popolazione che è solo il 4 per cento di quella indiana. Il Brasile, che coltiva oggi 47 milioni di ettari, possiede altri 50 milioni di ettari di savana che sono considerati idonei, dopo opportuno trattamento, alla coltura della soia e del frumento, senza toccare la foresta pluviale amazzonica, che è ecologicamente fragile.

Lavorando su dati della FAO, Alan Strout, del Massachusetts Institute of Technology, ha stimato recentemente che, mettendo a coltura un ettaro di terre nuove, si produrranno 0,9 tonnellate di cereali, pari alla quantità di cibo consumata in un anno da circa cinque persone al livello alimentare minimo fissato dalla FAO di 1600 calorie al giorno. Se la terra è ben irrigata, la produzione totale aumenta di circa quattro volte, salendo a 3,5 tonnellate. Revelle ha stimato che la terra disponibile per colture attraverso future opere irrigue è di 1,1 miliardi di ettari, ossia quanto basta per nutrire più di dieci miliardi di persone a livelli doppi di quelli indicati dalla FAO.

Il massimo aumento potenziale nella produzione di cibo risiede, però, nella coltivazione più intensiva dei quasi due miliardi di ettari attualmente coltivati. Rispetto alle 3,5 tonnellate di cereali che ci si possono attendere da un ettaro ben irrigato, Strout stima che lo stesso ettaro può fornire fra 9 e 13 tonnellate di cereali se riceve una tonnellata di contenuto nutritivo in fertilizzanti (azoto, fosfato e potassa). È degno di nota il fatto che non pare ci sia una diminuzione della resa nell'impiego di fertilizzanti fra 20 chilogrammi (0,02 tonnellate) per ettaro in India a più di 500 chilogrammi per ettaro in Belgio e in Olanda. Certo, i fertilizzanti chimici richiedono per la loro produzione petrolio o metano, ma le quantità richieste, per quanto costose, corrispondono a meno dell'1 per cento dell'attuale livello mondiale del consumo di petrolio. Il potenziale aumento della produzione agricola conseguente all'uso di fertilizzanti chimici va ovviamente ad aggiungersi a quello che potrebbe essere conseguito con concimi organici o col riciclaggio di rifiuti organici.

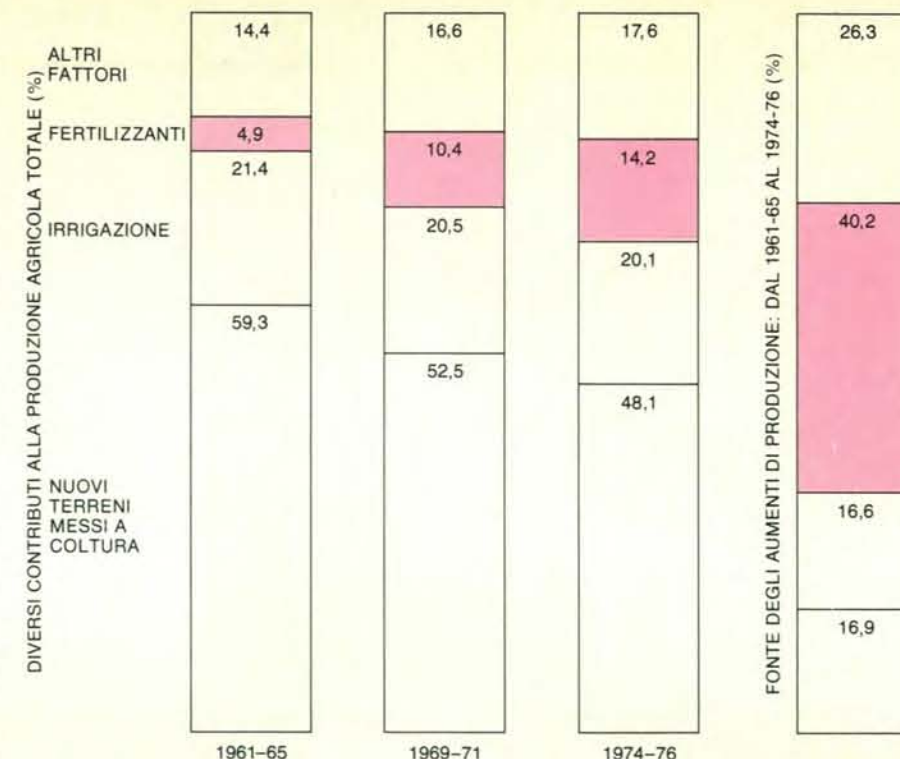
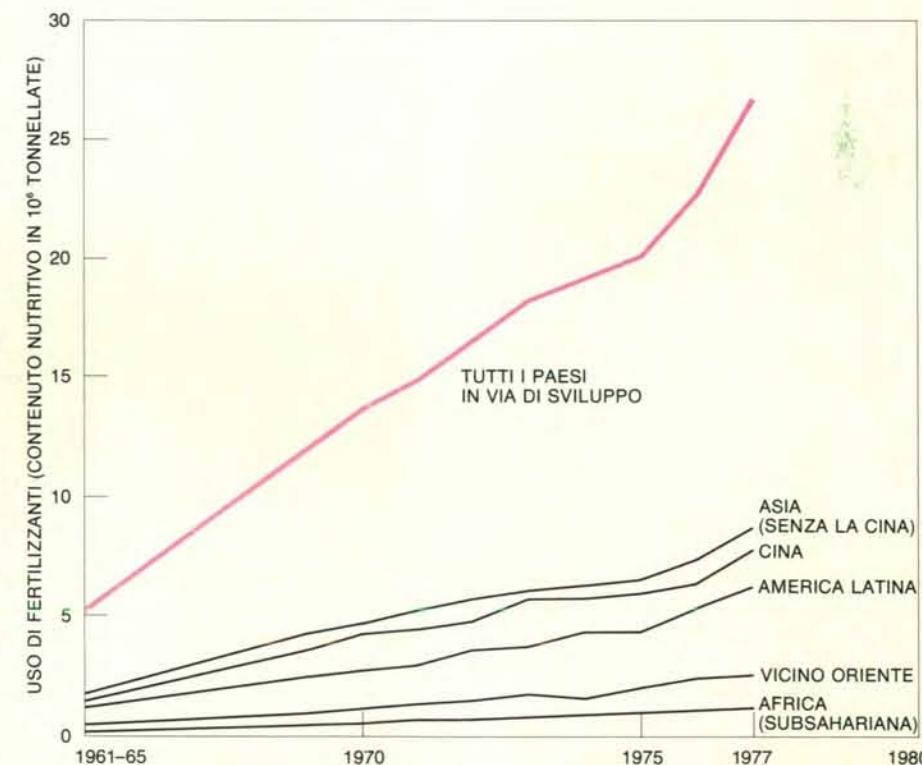
I benefici che ci si possono attendere da un aumento dell'uso dei fertilizzanti, rispetto a quelli che potrebbero essere resi possibili da un'irrigazione più efficiente o dalla messa a coltura di nuove terre, possono essere desunti da uno studio compiuto da Strout sul contributo dato da questi e da altri fattori alla produzione agricola totale in un campione di 90 paesi studiato dalla FAO fra l'inizio degli anni sessanta e la metà degli anni settanta *(si veda l'illustrazione alla pagina 41 in alto)*. L'introduzione di nuovi terreni in agricoltura è andata declinando dopo l'inizio degli anni sessanta poiché, mentre l'irrigazione si è mantenuta sui livelli raggiunti, è aumentato l'impiego dei fertilizzanti. A questi si deve il 40 per cento dell'aumento della produzione agricola realizzato fra l'inizio degli anni sessanta e la metà degli anni settanta. Nello stesso periodo l'applicazione di fertilizzanti nei paesi in via di sviluppo è aumentato di quattro volte circa, ossia al tasso di circa il 10 per cento all'anno. Benché a livello mondiale si sia registrata scarsità di fertilizzanti con conseguenti rapidi aumenti dei prezzi alla metà degli anni settanta, l'aumento annuo della produzione agricola dopo il 1975 ha superato il 10 per cento. L'estrapolazione di tali tassi di crescita congiuntamente alle stime di Strout suggerisce che alla metà o verso la fine degli anni ottanta dovrebbero esserci eccedenze di prodotti agricoli in talune parti del Terzo Mondo.

In quale misura i vari mezzi per aumentare la produzione di alimenti saranno

La distribuzione del reddito per famiglie in un paese può essere compendiata nella forma di una curva di Lorenz. Percentili della popolazione, ordinati per livello di reddito, sono rappresentati lungo l'asse orizzontale; le quote percentuali del reddito nazionale sono rappresentate sull'asse verticale. In questa curva di Lorenz, tipica di un paese prospero, il 20 per cento più povero della popolazione detiene il 5 per cento del reddito, il 60 per cento più povero detiene il 25 per cento e l'80 per cento più povero il 50 per cento. Una misura molto usata della disuguaglianza dei redditi è il coefficiente di Gini, che è calcolato come il rapporto dell'area *(in grigio)* compresa fra la diagonale e la curva di Lorenz e l'area del triangolo inferiore. Quanto maggiore è il rapporto, tanto meno equa è la distribuzione del reddito.

Il consumo di proteine per gruppo di reddito è un utile indice del livello alimentare di una nazione. Un risultato generale è che sia l'assunzione totale di calorie sia l'assunzione totale di proteine aumentano col reddito. Purtroppo i poveri non solo consumano meno proteine dei più ricchi, ma le loro proteine sono di qualità inferiore, mancando loro legumi e soprattutto prodotti animali. I dati per il consumo di proteine per gruppi di reddito qui rappresentati si fondano sulla dieta di 9125 famiglie in varie parti del Brasile. La linea obliqua indica la quantità di proteine del tipo consumato da famiglie di diversi livelli di reddito che sarebbe necessaria per raggiungere il «livello di sicurezza» indicato dalla FAO. Si può vedere che le diete dei poveri sono ancor meno adeguate di quanto apparirebbe dal consumo totale di proteine da solo.

applicati su scala nazionale e mondiale nei prossimi due decenni dipende da innumerevoli decisioni che dovranno esser prese da milioni di agricoltori grandi e piccoli, dai loro fornitori e dalle persone per le quali essi produrranno e che compreranno i loro prodotti. È chiaro che molte di tali decisioni potranno essere, e saranno, influenzate dagli indirizzi adottati da governi, da enti internazionali, da organizzazioni di ricerca e dalle grandi società commerciali che stanno svolgendo un ruolo sempre maggiore nella produzione e distribuzione di materie prime agricole e di alimenti.

La variazione della dieta col reddito presenta caratteri che rimangono notevolmente costanti in tutto il mondo. Al livello di reddito più basso la maggior parte delle calorie della dieta sono fornite dal gruppo di alimenti di base del paese, di solito un cereale, che contiene, oltre ai carboidrati, piccole quantità di grassi vegetali e di proteine. Con l'aumento del reddito le calorie derivanti dal gruppo di alimenti di base vengono gradatamente sostituite da grassi commestibili separati, da grassi e proteine animali non separati e da zuccheri. Il diagramma si basa sui bilanci alimentari per il periodo 1960-1962 relativamente a 85 paesi, analizzati da J. Perisse, F. Sizaret e P. François della FAO.

Fra gli elementi di incertezza, uno dei più importanti è la politica dei prezzi. Le decisioni concernenti la produzione di alimenti e la produzione agricola in generale sono per loro stessa natura molto decentrate. L'unico modo in cui la maggior parte dei consumatori e dei produttori possono comunicare è attraverso il mercato o attraverso una burocrazia equivalente. Il reciproco isolamento degli agenti economici - produttori da un lato e acquirenti dall'altro - sta aggravandosi in concomitanza con l'accentuarsi dello sviluppo. Anche nei paesi poveri le fattorie familiari in cui decisioni concernenti sia la produzione sia il consumo vengono prese sotto lo stesso tetto stanno scomparendo rapidamente. Come parte inevitabile dello sviluppo, il processo decisionale viene guidato sempre più o da direttive dei governi o da segnali sull'andamento dei prezzi provenienti dal mercato. Nelle economie di mercato il problema chiave è come ricavare i maggiori utili da una situazione in cui una variazione di prezzo non solo provoca una risposta economica, ma può anche modificare il reddito reale e la distribuzione del potere economico.

Un'intera scuola di economisti agrari ha seguito la guida di Theodore W. Schultz, dell'Università di Chicago, nell'affermare la tesi che la maggior parte degli agricoltori nei paesi in via di sviluppo sono «poveri ma efficienti». Essi rispondono cioè all'incentivazione dei prezzi e alla massimizzazione dei profitti entro i limiti della tecnologia loro disponibile. Un corollario di quest'opinione è che, se i prezzi vengono manipolati dal governo, questi agricoltori possono essere indotti facilmente «in errore» e convinti a stanziamenti sbagliati delle risorse. È facile citare esempi in proposito. In Egitto il governo controlla i prezzi all'ingrosso del cotone e del frumento, ma non il prezzo al consumo della carne. Di conseguenza gli agricoltori hanno in parte abbandonato la coltivazione del cotone e del frumento a favore di quella del trifoglio, che è usato in parte per l'ingrasso degli animali destinati ai consumatori relativamente agiati delle città. Per considerare un'altra situazione, l'uso di fertilizzanti risponde quasi dappertutto al rapporto fra il costo dei fertilizzanti stessi e il prezzo del prodotto finale alla porta della fattoria; se il rapporto aumenta del 10 per cento, l'utilizzazione dei fertilizzanti per ettaro diminuisce di un'unità percentuale o simili.

Queste osservazioni suggeriscono che la politica dei prezzi è uno strumento potente, che i governi non possono permettersi di usare a cuor leggero e senza le debite precauzioni. Oggi si riconosce che nella politica di fissare prezzi elevati ai prodotti agricoli per accelerare la rivoluzione verde ci sono stati dannosi effetti «di seconda generazione». Un effetto è stato un'accelerazione del processo di sostituzione della manodopera agricola con macchine. Inoltre alti prezzi sostenuti dai governi e aumenti dei profitti indotti tecnicamente per accrescere la produzione di cereali hanno avuto come conse-

L'importanza dei fertilizzanti nell'aumentare la produzione di alimenti è dimostrata in un'analisi dei fattori che contribuirono alla produzione totale di alimenti in 90 paesi in via di sviluppo in tre periodi compresi fra il 1961 e il 1976. Il contributo dato dalla messa a coltura di nuovi terreni è declinato dopo l'inizio degli anni sessanta; la quota attribuibile all'irrigazione e ad altri fattori è rimasta abbastanza costante, mentre ha avuto un brusco aumento il contributo dei fertilizzanti. L'ultimo istogramma mostra che ai fertilizzanti si devono due quinti dell'aumento registrato fra il 1961-1965 e il 1974-1976. L'analisi è di Alan Strout, del MIT, ed è basata su dati FAO.

Un brusco aumento nell'uso dei fertilizzanti fu registrato nella maggior parte delle regioni in via di sviluppo del mondo fra il 1961-1965 e il 1977. Nonostante il rallentamento dovuto in parte alla scarsità di petrolio nel 1974 e nel 1975, la crescita riprese con vigore nel 1976 e 1977. Nel periodo di quindici anni conclusosi nel 1977, il tasso di crescita annua maggiore fu nel Vicino Oriente (12,4 per cento) e il secondo nell'America Latina (11,6 per cento). In Africa, in Cina e nel resto dell'Asia i tassi di crescita furono rispettivamente dell'8,3, dell'8,9 e dell'8,7 per cento all'anno. Anche in questo caso le curve si fondano sull'analisi eseguita da Strout del MIT sui dati FAO.

guenza una diminuzione nella produzione di ortaggi. Con la scarsità di ortaggi, e il conseguente aumento del loro prezzo, la dieta già marginale dei gruppi a reddito più basso è declinata ancor più.

Le politiche dei prezzi agricoli hanno ovviamente anche effetti a lungo termine. L'investimento di capitali richiesto per l'irrigazione, il dissodamento e lo spianamento dei terreni, la loro bonifica e l'introduzione di innovazioni tecniche in agricoltura è consistente. Nel recente studio della FAO *Agriculture: Toward 2000* si stima che, nei 90 paesi in via di sviluppo compresi nell'elenco redatto dalla FAO, l'investimento totale di capitali nell'agricoltura sarà di 52 miliardi di dollari nel 1980, di 78 miliardi di dollari nel 1990 e di 107 miliardi di dollari nel 2000. Gran parte dei capitali investiti saranno attinti dalle economie stesse di tali paesi, ma le cifre citate sopra comprendono anche un aumento della quota degli scambi con l'estero destinati agli investimenti agricoli, che passano dal 16 per cento nel 1980 al 29 per cento nel 2000. Si tratta di capitali imponenti se raffrontati ai pochi miliardi di dollari incanalati attualmente ogni anno verso le agricolture dei paesi poveri dalla Banca Mondiale, dal Fondo internazionale per lo sviluppo agricolo e da altre istituzioni simili.

In queste indicazioni è implicito che la contropartе di questi investimenti attinta dai risparmi individuali dovrà essere generata all'interno degli stessi paesi poveri. Come ha sottolineato Arthur Lewis, della Princeton University, in un sistema capitalistico i risparmi vengono generati spostando la distribuzione dei redditi reali verso i grandi risparmiatori, ossia verso i gruppi più prosperi in una società. Un tale mutamento nella distribuzione può essere realizzato aumentando i prezzi degli alimenti, con la conseguenza di ridurre in tal modo il reddito reale delle famiglie a basso reddito, nelle quali il vitto assorbe già gran parte del bilancio. A meno che non si prendano misure specifiche per ovviare a un tale stato di cose, potrebbe benissimo verificarsi il paradosso che variazioni di prezzi destinate a far aumentare la produzione di alimenti danneggino proprio le famiglie povere, specialmente nelle città, le quali hanno più bisogno del cibo.

Esperienze fatte a Sri Lanka (Ceylon), nello stato di Kerala in India, e in alcuni altri luoghi, suggeriscono che sia gli incentivi destinati ad aumentare la produzione sia i redditi reali dei consumatori possono essere protetti da un sistema ben organizzato di sussidi per consentire a tutti il consumo degli alimenti principali, come si fa negli Stati Uniti e in altri paesi sviluppati. Molti altri progetti di questo genere potrebbero rendersi necessari se un rapido sviluppo agricolo sarà perseguito in economie orientate in gran parte al mercato. Il World Food Council, uno dei nuovi organi delle Nazioni Unite creati per far fronte alle crisi alimentari degli anni settanta, sta oggi incoraggiando i paesi sviluppati a sostenere con aiuti tali programmi.

Almeno altrettanto importante della politica dei prezzi nel guidare e nello stimolare la produzione agricola è la politica tecnologica. Quali innovazioni dovrebbero essere incoraggiate dai governi? Quali tipi di ricerca agricola si dovrebbero intraprendere? Nel settore della produzione di alimenti pare si richieda un giudizio quasi sovrumano, poiché proprio qui molte iniziative promettenti hanno avuto conseguenze di seconda generazione impreviste e sfavorevoli, non si sono imposte su una scala così vasta come era stato previsto, sono andate incontro a insuccessi disastrosi o semplicemente hanno avuto un esito irrilevante. Non che le tecnologie stesse fossero sbagliate, ma l'ambiente politico nel quale esse furono applicate impedì che il loro uso andasse a vantaggio dei gruppi più poveri.

La diffusa introduzione nei paesi in via di sviluppo di concetti occidentali per l'allevamento dei bambini costituisce un tipo di esempio diverso, ma nondimeno istruttivo. La sostituzione del latte vaccino o di prodotti commerciali all'allattamento al seno da parte di madri povere che vivevano in condizioni sfavorevoli è stata spesso dannosa per i bambini. Le pappe vengono spesso diluite in misura eccessiva perché la madre cerca di alleggerirne l'incidenza sul bilancio familiare e possono essere infettate da acqua sporca e da una preparazione che non tenga conto delle norme di igiene. Inoltre il bambino piccolo viene privato dei fattori, presenti nel latte materno, che possono proteggerlo dagli agenti patogeni.

Fra le innovazioni che furono un tempo appoggiate e pubblicizzate in modo massiccio, ma che sono state poi lasciate cadere, si possono ricordare i concentrati di proteine di pesce per il consumo umano e proteine tratte da alghe monocellulari cresciute su substrati di petrolio. Le proposte sono tecnicamente realizzabili, ma non si sono rivelate economicamente vitali e hanno dato origine inoltre a prodotti alimentari non apprezzati dalla gente. Il mais opaco-2 (che ha un contenuto elevato degli amminoacidi essenziali lisina e triptofano), il krill dell'Antartico e il triticale, ibrido di segale e frumento, sembrano non tutti in grado di mantenere le loro promesse, ma è troppo presto per poterne prevedere il successo. In breve, non sarebbe saggio basarsi sui progressi tecnologici per la soluzione a lungo termine dei problemi della scarsità di cibo.

Retrospettivamente, una caratteristica

Questo prospetto delle entrate e delle uscite di un sistema agricolo in un paesino dell'Honduras, Yojoa, fu costruito da Robert D. Hart, un agronomo che lavora al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza in Costarica. Per un anno, a cominciare dal maggio 1976, il proprietario di una piccola fattoria tipica fu intervistato con periodicità settimanale per registrare tutti i movimenti di denaro, materiali ed energia nell'azienda agricola. La maggior parte dei movimenti erano associati al movimento del denaro. Nel corso dell'anno l'agricoltore incassò un totale di 1830 dollari vendendo mais, riso, uova e il lavoro della propria famiglia e noleggiando i suoi buoi e un carro. Il totale delle sue spese nell'anno ammontò a 1648 dollari, con un'eccedenza netta di 182 dollari. Fra gli «ecosistemi agricoli» rappresentati dall'azienda agricola ci fu una forte interazione. Per esempio, il sistema foraggio-buoi fornì energia pari a 181 giorni di lavoro dei buoi, 90 dei quali furono usati per ottenere due raccolti dal sistema «granturco-granturco», 25 nel sistema riso-fagioli e 66 furono ceduti ad altri per l'aratura e trasporti. Alcuni apporti di lavoro minori non furono registrati.

comune alle innovazioni che non hanno avuto successo nel campo della produzione di alimenti è che esse furono sostenute «dall'alto» ed ebbero scarsa rilevanza per i problemi percepiti dalla gente cui le innovazioni avrebbero dovuto portare aiuto. Una nuova tecnologia, per avere successo, deve adattarsi all'intero sistema socioeconomico in cui deve trovar posto. La sicurezza dei raccolti, la praticità di immagazzinamento, le qualità al palato e il prezzo sono elementi assai più importanti di quanto i fautori delle nuove tecnologie non abbiano riconosciuto. Per esempio, la qualità delle proteine migliori in *tortillas* fatte con mais opaco-2 è solo un beneficio di second'ordine per una famiglia povera al margine della sussistenza se il nuovo mais non fornisce raccolti abbondanti quanto le altre varietà o se è più vulnerabile agli insetti.

A tali difficoltà tecniche si deve aggiungere una seconda serie di complicazioni: i rapporti di potere economici e politici esercitano una forte influenza sull'esito delle innovazioni. Schultz e la maggior parte degli altri economisti di tradizione angloamericana insistono sui profitti privati come fattore chiave nel guidare le innovazioni tecniche. In realtà i profitti non sono una condizione né necessaria né sufficiente per l'adozione di una nuova tecnologia, e tanto meno il fatto che essa possa andare a beneficio dei poveri. Un esempio è fornito dalla tendenza dei nuovi metodi a favorire i grandi proprietari terrieri, come è stato dimostrato, nel caso dell'Argentina, da Alain de Janvry dell'Università della California a Berkeley. Amit Bhaduri dell'Università Jawaharlal Nehru di New Delhi, sostiene che gli sforzi dei contadini per liberarsi dalla servitù per debiti adottando metodi più redditizi di coltivazione del riso nel Bengala occidentale sono stati frustrati dagli usurai dei villaggi, i quali hanno maggiore interesse che le cose rimangano così come sono.

A MAGGESE (50 PER CENTO)
OLI DI SEMI TARDIVI (1 PER CENTO)
COTONE (6 PER CENTO)
RISO COMUNE (3 PER CENTO)
FRUMENTO (17 PER CENTO)
RISO BASMATI (2 PER CENTO)
MAIS (2 PER CENTO)
LEGUMINOSE (2 PER CENTO)
FORAGGIO (10 PER CENTO)
CANNA DA ZUCCHERO (5 PER CENTO)
ALTRI PRODOTTI (2 PER CENTO)
M G L A S O N D G F M A M
ESTATE — INVERNO

Il calendario delle operazioni agricole di un coltivatore del Punjab suggerisce la complessità delle decisioni che egli deve prendere nella scelta di colture che gli consentano di ottenere profitti massimi da un'azienda agricola che dispone di un'area coltivabile di 5 ettari. Con l'irrigazione egli può ottenere due raccolti all'anno, ma al tempo stesso deve tener conto di variazioni stagionali nell'offerta e nella domanda. Un altro problema importante è quello di disporre di sufficienti attrezzature meccaniche e di manodopera nei momenti in cui ce n'è bisogno, soprattutto in novembre e in dicembre per seminare il frumento nello stesso periodo in cui raccoglie il cotone.

Anche le innovazioni che comportano alti profitti per le grandi aziende agricole possono danneggiare taluni settori della popolazione e persino ridurre la disponibilità di cibo in un paese. Per esempio, la produzione in alcune aree del Messico di verdure da esportare negli Stati Uniti peggiora la situazione alimentare là dove le nuove colture, più redditizie, soppiantano colture che forniscono cibi di prima necessità. Nell'America Centrale, per citare un altro esempio, la produzione di bovini si è molto sviluppata in tempi recenti in risposta a una forte domanda di carne dagli Stati Uniti; in tale situazione non sorprende che il prezzo locale della carne sia molto aumentato, riducendo ulteriormente il consumo fra i poveri.

Benché i particolari di ciascuno di questi esempi possano essere discutibili, essi contengono tutti un elemento di verità che la maggior parte degli economisti sono costretti ad accettare. Quando una nuova tecnologia promette di modificare in modo sostanziale i profitti e le perdite associati a un qualsiasi sistema di produzione, coloro che controllano il potere economico tenteranno di mantenere e di migliorare la loro posizione. Poiché grandi settori della popolazione di molti paesi in via di sviluppo sono vicini ai margini di sussistenza e sono essenzialmente impotenti, essi sono le vittime designate di ogni mutamento, a meno che i governi non adottino misure che tengano conto dei bisogni di tutti i settori dell'economia.

Nonostante i rischi cui abbiamo accennato sopra, già il semplice peso dell'incremento demografico rende improcrastinabili la formazione di capitali e le innovazioni tecniche nel sistema alimentare. Inoltre questo sforzo dev'essere compiuto nello stesso Terzo Mondo. Non è pensabile che i principali paesi esportatori di cereali (principalmente gli Stati Uniti, il Canada, l'Australia e l'Argentina) creino eccedenze esportabili abbastanza grandi da far fronte ai previsti fabbisogni alimentari dei paesi poveri. Anche se ciò fosse possibile, non esiste alcun meccanismo in grado di garantire che i paesi poveri avranno il denaro necessario per acquistare le eccedenze di cereali eventualmente disponibili. Gli aiuti alimentari esterni non sono in grado, per la loro stessa natura, di risolvere i problemi di distribuzione all'interno del paese acquirente. Analogamente, anche altri contributi offerti da paesi del «primo mondo», come la tecnologia agricola occidentale, falliranno o avranno effetti collaterali dannosi a meno che non vengano adattati alle situazioni locali. Detto tutto questo, ci sono aree importanti in cui la ricerca in agronomia può avere un valore decisivo.

Una di queste aree consiste nello sviluppo di nuovi modi per applicare strumenti semplici che consentano l'eliminazione di strozzature nella produzione di alimenti. La necessità di forme di energia prontamente utilizzabili costituisce spesso un fattore limitante nella produzione agricola: energia per pompare l'acqua, per trebbiare i cereali e per coltivare la terra allo scopo di accorciare gli intervalli di tempo fra una coltura e l'altra. Un lavoro importante, tendente ad attenuare questa limitazione, viene compiuto da un certo numero di gruppi di studio in tutto il mondo. Un'ampia finalità di tale lavoro è lo sviluppo di sistemi di raccolti multipli per piccoli agricoltori, nella speranza di aumentare la produzione, ridurre il bisogno di fertilizzanti e di insetticidi, conservare il suolo e aumentare la produttività su piccoli appezzamenti di terreno. La diffusa adozione di colture che consentano raccolti multipli richiederà ricerche su scala locale, metodi di istruzione efficaci e l'accesso al credito necessario. La potenzialità delle colture in grado di assicurare raccolti multipli è nondimeno molto promettente poiché tale tecnologia è in grado di utilizzare in modo intensivo la manodopera e può dare un grande contributo all'occupazione e allo sviluppo rurali.

Una riforma agraria efficace, che potrebbe essere chiamata «ingegneria sociale», se non tecnologia, si concilia molto bene con innovazioni utilizzabili dai piccoli agricoltori come i raccolti multipli. La produzione per ettaro è di solito molto maggiore nelle piccole fattorie che non in aziende di grandi dimensioni, in quanto le aziende familiari usano la manodopera relativamente numerosa disponibile per sfruttare quello che abbiamo descritto come il margine intensivo. In presenza di strutture di sostegno idonee e di un'appropriata tecnologia, la distribuzione della terra a favore di un'agricoltura di piccoli possidenti ha già svolto un ruolo importante e può svolgerne uno ancora maggiore nel migliorare sia la produzione agricola sia la distribuzione dei redditi.

Su un altro fronte, le perdite nei paesi in via di sviluppo superano spesso il 20 per cento nel caso dei cereali e dei legumi a causa di roditori, insetti e muffe. Le perdite nei settori della frutta e verdura in paesi tropicali sono probabilmente più che doppie. C'è un bisogno grandissimo di nuove tecniche di immagazzinamento e conservazione degli alimenti a vantaggio delle famiglie e dei villaggi poveri. Questo problema è al centro di un importante programma di ricerca presso l'Università delle Nazioni Unite.

La tecnologia occidentale può dare un grande contributo anche alla prevenzione e al controllo delle malattie. L'estirpazione su scala mondiale del vaiolo e i mezzi per prevenire il morbillo e la pertosse con la vaccinazione ne sono un esempio. I frequenti episodi di diarrea e di altre malattie infettive, associate alla forte incidenza dei parassiti intestinali nei paesi poveri, diminuiscono l'assimilazione delle sostanze nutritive e ne aumentano le perdite. Una lotta vittoriosa contro tali malattie richiede una diffusione delle strutture sanitarie che raggiunga anche le famiglie più povere. Un nuovo programma dell'OMS si propone come suo maggiore obiettivo quello di una diffusione capillare delle cure mediche primarie (si veda l'articolo *Popolazione*, di Halfdan Mahler a pagina 22).

Infine, innovazioni di politica economica possono essere dirette specificamente ad aiutare i poveri delle campagne e delle città. Là dove la riforma agraria è politicamente realizzabile, essa può assicurare sia la nutrizione sia l'occupazione per i poveri. Sussidi alimentari possono migliorarne in misura sostanziale la nutrizione. Sono stati usati vari metodi, da vendite a prezzi speciali in negozi appositi a programmi che prevedono la somministrazione di cibo in cambio di certi lavori. Un promettente programma di sussidi alimentari viene sviluppato attualmente attraverso il sistema delle strutture sanitarie in Colombia. Nel Bangladesh la ridistribuzione del sorgo è sovvenzionata e vari paesi stanno progettando sistemi di tessere annonarie per i poveri. Una ridistribuzione più generale del reddito sarebbe ancor più utile, ma in molte parti del mondo un tale obiettivo non potrà essere raggiunto tanto presto.

Anche incentivi per i produttori e importazioni tecniche potranno dare un aiuto a piccoli proprietari terrieri, mezzadri e braccianti rurali. Sovvenzioni generali per mantenere bassi i prezzi non sono in genere molto efficaci, in quanto si risolvono per lo più in un beneficio per i grandi produttori e anche per gli industriali più che per i produttori a basso reddito. Complesse reti di potere locali possono opporsi alle politiche per mantenere i prezzi a livelli bassi o alterarle ai loro fini.

All'attenzione che si dedica allo sviluppo, all'industrializzazione, alla tecnologia avanzata e agli investimenti da una nazione all'altra dovrebbero accompagnarsi attenzione e rispetto per il microcosmo dei piccoli coltivatori e per le attività di produzione e lavorazione degli alimenti su piccola scala. In alcuni paesi in via di sviluppo le cooperative di produttori sono un mezzo importante per rendere accessibili ai piccoli coltivatori maggiori risorse e un accresciuto potere d'acquisto. Il risultato di tutto ciò non sta solo in una migliorata produzione di alimenti, ma anche in redditi più elevati, una diminuzione della fame e della malnutrizione e una migliore salute complessiva.

La produzione e il consumo di cibo sono un problema centrale in tutte le culture umane. Per evitare errori è necessario trattare col dovuto rispetto tutto ciò che non comprendiamo nel modo di operare del sistema alimentare di singoli paesi e società. I programmi dovrebbero essere studiati su misura per le situazioni regionali e nazionali. L'obiettivo finale dovrebbe essere non solo quello di assicurare abbastanza cibo per far fronte alla domanda effettiva (ossia alle richieste di cibo per cui la gente potrà pagare), ma anche per soddisfare il bisogno umano di cibo. Il problema mondiale del cibo non potrà, quindi, essere risolto concentrando gli sforzi solo sulla produzione. Un'attenzione equivalente dovrà essere rivolta a una produzione e un consumo appropriati. Nella maggior parte dei paesi e nella maggior parte dei programmi, invece, la distribuzione è stata del tutto trascurata.

HYDRODATA CONSULT

STUDI INTERDISCIPLINARI. RICERCHE. PROGETTI. CONSULENZE. GESTIONE. DIREZIONE TECNICA. SPERIMENTAZIONE. ESCLUSIVAMENTE NEL SETTORE DELLE RISORSE IDRICHE.

PIANIFICAZIONE
IDROLOGIA
IMPATTO AMBIENTALE
ASSETTO IDROGEOLOGICO
QUALITA' DELL'ACQUA
GESTIONE BACINI URBANI
APPROVVIGIONAMENTO
TRATTAMENTO ACQUE
COSTRUZIONI IDRAULICHE
ENERGIA IDROELETTRICA
DIFESE COSTIERE
IRRIGAZIONE E DRENAGGIO
SIMULAZIONE MATEMATICA
PROVE DI LABORATORIO
MODELLISTICA FISICA

H.C. HYDRODATACONSULT
10123 TORINO
P.ZA VITTORIO VENETO 12
TEL (011) 876634-885600

Acqua

Per soddisfare il fabbisogno idrico dell'agricoltura, dell'industria e del consumo domestico, è necessario intervenire sul ciclo idrologico e sfruttare non solo le acque di superficie, ma anche quelle del sottosuolo

di Robert P. Ambroggi

La quantità complessiva di acqua dolce esistente sulla terra è superiore a tutti i bisogni possibili e immaginabili della popolazione umana. Gran parte di questa quantità d'acqua è però inaccessibile o per altro motivo non disponibile, e il rimanente è distribuito in modo disuguale sia fra zona e zona, sia fra una stagione e l'altra. Nella maggior parte del mondo, perciò, un adeguato e sicuro approvvigionamento idrico può aversi solo con un'attiva gestione delle risorse idriche stesse. Per soddisfare le esigenze, quantitativamente grandi, dell'agricoltura e dell'industria, e quelle, quantitativamente piccole ma imperative, del consumo domestico, l'acqua deve essere raccolta, conservata, assegnata e distribuita. L'acqua in sé cade dal cielo, ma non è gratuita. L'intervento umano nel naturale ciclo idrologico comporta sempre alcuni costi, e in certi casi questi costi sono alti.

Il sistema di gran lunga più comune per regolare e accrescere le disponibilità idriche è quello di costruire dighe per rinchiudere in bacini i flussi stagionali di fiumi e torrenti. In effetti, sin dai tempi del Neolitico, gli insediamenti umani si sono sempre addensati in prossimità dei grandi fiumi proprio perché in tali zone è facile avere acqua a disposizione. Oggi sono possibili anche altre tecniche di approvvigionamento idrico, quali l'attingere a riserve sotterranee e il deviare fiumi da un bacino all'altro. Recentemente è stata anche riconosciuta l'importanza del contenimento delle richieste e del miglioramento dell'efficienza dei sistemi con cui l'acqua viene condotta nei luoghi di uso finale. Un aspetto comune a quasi tutti questi sistemi di gestione idrica è la necessità di grandi investimenti di capitale. L'esigenza di capitale è inevitabile: dighe, canali e altri impianti di regolazione del ciclo idrico rientrano fra le costruzioni più impegnative. Anche tenendo conto delle disparità geografiche per quanto riguarda le risorse idriche, non vi è paese il cui sviluppo economico debba essere impedito da mancanza d'acqua. Con una opportuna gestione delle disponibilità e delle richieste, e con un sufficiente investimento, ogni paese è in grado di soddisfare le sue esigenze idriche, anche in condizioni di intrinseca scarsità d'acqua. È perciò del tutto inammissibile che circa 30 paesi si trovino a dover fronteggiare gravi carenze idriche nei prossimi vent'anni. Dato che il tempo di realizzazione necessario per grandi progetti di regolazione idrica è appunto di circa 20 anni, ogni sforzo per superare queste deficienze dovrà essere intrapreso quanto prima.

Le riserve complessive d'acqua dolce del globo ammontano a più di 37 milioni di chilometri cubi, una quantità d'acqua pari a 10 volte quella contenuta nel Mediterraneo. Più dei tre quarti di quest'acqua è però rappresentata da ghiacciai e dai ghiacci polari, il cui sfruttamento è molto al di là della portata delle tecnologie attuali. Quasi tutto il resto è rappresentato da acqua contenuta nelle falde acquifere sotterranee, non ancora sfruttate in maniera intensiva. Quelle che sono oggi le maggiori fonti di approvvigionamento - le acque dei laghi e dei fiumi e il vapor d'acqua nell'atmosfera - rappresentano meno dell'1 per cento del totale.

La sorgente prima dell'acqua dolce è rappresentata dalla continua distillazione dell'acqua dei mari a opera delle radiazioni solari. In un anno l'evaporazione d'acqua (ivi compresa la traspirazione delle piante) raggiunge all'incirca i 500 000 chilometri cubi, 430 000 dei quali vengono dai mari e i restanti 70 000 dall'evaporazione di acque interne dei continenti. Dato che la quantità di vapore acqueo nell'atmosfera è sostanzialmente costante, la stessa quantità d'acqua deve tornare sul globo sotto forma di pioggia o di neve. È di vitale importanza per la vita terrestre che una quota più che proporzionale di precipitazioni cada sulla terra anziché sui mari. Mentre infatti i continenti cedono ogni anno 70 000 chilometri cubi di acqua per evaporazione, essi ne ricevono 110 000 con le precipitazioni, sicché il risultato netto del ciclo idrologico è di trasferire circa 40 000 chilometri cubi di acqua dolce dagli oceani ai continenti.

Non tutto questo apporto netto di 40 000 chilometri cubi all'anno che i continenti ricevono è però utilizzabile dall'uomo. Buona parte di esso viene perso con le inondazioni o viene trattenuto nel suolo o in acquitrini. Il massimo che si possa ragionevolmente pensare di impiegare per scopi umani è di circa 14 000 chilometri cubi all'anno, che corrisponde alla portata base o flusso stabile, escluse le acque di piena, di tutti i fiumi e torrenti del mondo e di quelle falde acquifere sotterranee isolate che si scaricano direttamente attraverso evaporazione. Di questa massa d'acqua complessiva, circa 5000 chilometri cubi scorrono in regioni disabitate e destinate probabilmente a rimanere tali per essere climaticamente inadatte all'insediamento umano. Le risorse idriche effettive del mondo, con le quali tutti i bisogni d'acqua dovranno essere soddisfatti almeno per un po' di anni a venire, possono dunque essere stimate intorno ai 9000 chilometri cubi all'anno.

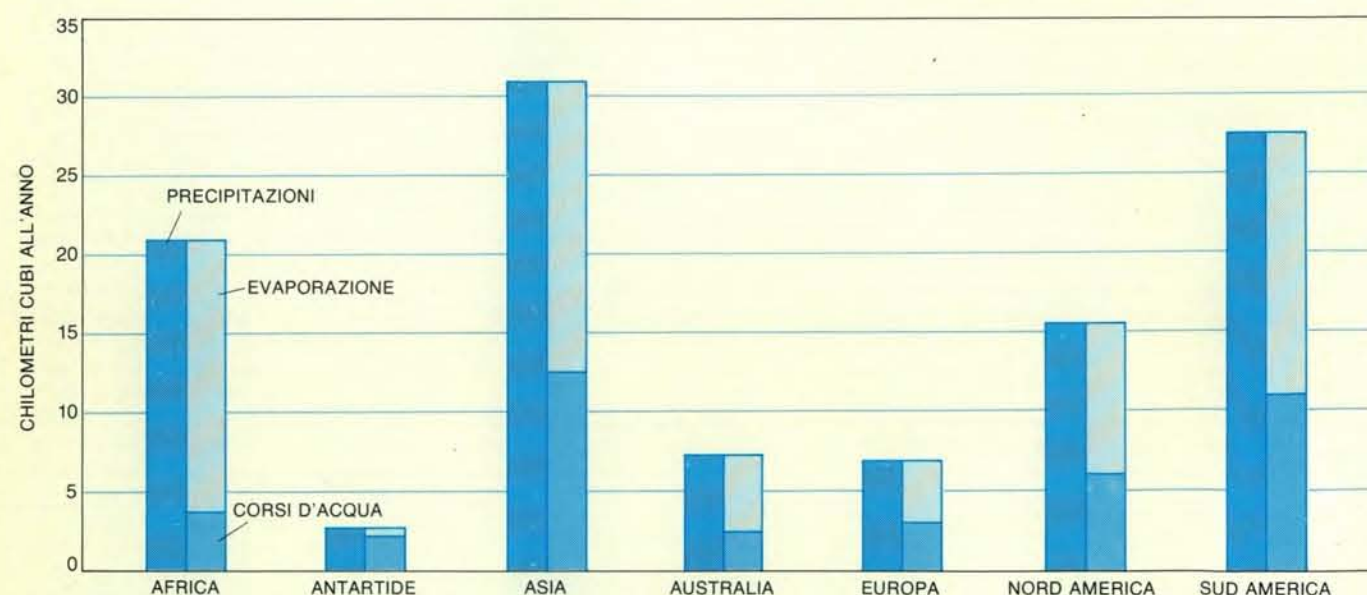
L'adeguatezza di queste risorse complessive può essere valutata attraverso una semplice analisi del fabbisogno d'acqua per persona. A questo scopo è conve-

Il nastro di terra coltivata che divide il deserto è la valle del Nilo, dove una prospera economia agricola si basa sulla quasi completa utilizzazione delle acque del fiume. Il Nilo ha permesso un'agricoltura irrigua fin dal 3400 a.C., ma fino a circa 100 anni fa la maggior parte dei campi erano adacquati solo dall'inondazione stagionale delle pianure alluvionali. I terreni godono ora di un'irrigazione perenne: l'acqua, trattenuta dalla grande diga di Assuan, viene lasciata scorrere per gli usi a valle secondo programmi prestabiliti e distribuita attraverso una rete di canali. Alcuni dei maggiori fra questi canali sono visibili nella fotografia Landsat a falsi colori della pagina a fronte, che mostra la zona che circonda Luxor (Al-Uqsur) nell'Egitto centrorientale, circa 200 chilometri a valle di Assuan. Il passaggio a un'irrigazione perenne ha aumentato grandemente la produttività dell'agricoltura egiziana portandola a un'intensità di raccolto di 1,5; la resa è quasi raddoppiata e si possono ora ottenere due o più raccolti all'anno. Il Nilo può essere definito un fiume a sfruttamento totale, nel senso che le sue acque non scorrono liberamente al mare.

niente misurare i volumi d'acqua per mezzo di unità più piccole: metri cubi anziché chilometri cubi (un chilometro cubo equivale a un miliardo di metri cubi). Per mantenere un'accettabile qualità di vita una società deve fornire ai suoi membri circa 30 metri cubi d'acqua all'anno a persona per il consumo domestico diretto. Di questa assegnazione meno di un metro cubo è per bevanda (va detto però che, se la quantità d'acqua per bere è piccola, il bisogno di essa è un bisogno assoluto, che non può essere dilazionato, e inoltre che essa dev'essere della massima purezza).

All'infuori dei paesi a più alta industrializzazione, l'industria richiede circa 20 metri cubi d'acqua all'anno per persona. L'esigenza di gran lunga maggiore è quella agricola. Per coltivare i prodotti necessari a mantenere una dieta di 2500 chilocalorie al giorno per una persona occorrono 300 metri cubi d'acqua all'anno. Nelle nazioni più ricche, dove la dieta supera generalmente le 3000 chilocalorie al giorno, l'agricoltura richiede 400 metri cubi all'anno per persona. Gran parte delle esigenze agricole vengono peraltro direttamente soddisfatte dalle precipitazioni atmosferiche, e rimangono perciò al di fuori di quella che è l'economia idrica. Ma anche se le coltivazioni dipendessero interamente dall'irrigazione il fabbisogno complessivo d'acqua, ivi comprese le esigenze domestiche, industriali e agricole, sarebbe di soli 350/450 metri cubi per persona all'anno. Data questa media di consumi la disponibilità complessiva di 9000 chilometri cubi all'anno (corrispondenti a nove bilioni di metri cubi) basterebbe per una popolazione mondiale compresa fra i 20 e i 25 miliardi.

La pecca di quest'analisi è nell'implicita assunzione che l'acqua sia distribuita sulla terra allo stesso modo della popolazione umana. La distribuzione effettiva è piuttosto diversa. I contadini residenti nel Madagascar sudoccidentale sopravvivono con meno di due metri cubi d'acqua a testa per anno, che è poco più del minimo biologico. E per questa fornitura d'acqua del tutto marginale, tra l'altro di cattiva qualità, essi pagano l'equivalente di 20 dollari a metro cubo. Negli Stati Uniti e in altri paesi sviluppati, al contrario, la popolazione urbana consuma 180 metri cubi d'acqua all'anno per persona e paga solo fra 10 e 25 centesimi di dollaro per metro cubo. La correzione di simili disuguaglianze è uno degli scopi dello sviluppo economico.

Il ciclo idrologico evaporazione-precipitazioni è la sorgente prima di tutta l'acqua dolce esistente sulla Terra. La terraferma e le isole ricevono, rispetto ai mari, una quota più che proporzionale di pioggia e neve. Il surplus a loro favore è di 40 000 chilometri cubi d'acqua all'anno. Le riserve di acqua dolce eccedono di molto questo input, ma sono perlopiù costituite da ghiacciai e calotte polari e da acque sotterranee. Laghi, corsi d'acqua e altre acque superficiali, per l'uomo la principale fonte di approvvigionamento, rappresentano meno dell'1 per cento del totale.

La distribuzione delle risorse idriche sui continenti è data dal saldo fra precipitazioni ed evaporazione. La differenza fra queste due quantità è rappresentata dal flusso complessivo dei corsi d'acqua. Anche se la quantità complessiva d'acqua disponibile è tale da superare di parecchie volte i bisogni dell'attuale popolazione umana, la distribuzione geografica di tali risorse è irregolare, soggetta a variazioni stagionali.

L'agricoltura, che rappresenta il più alto volume di domanda d'acqua dolce, è anche il settore più sensibile alle variazioni nella sua fornitura. Più dell'85 per cento della terra coltivata nel mondo riceve acqua solo attraverso le precipitazioni atmosferiche. Queste coltivazioni dipendenti dalla pioggia si avvalgono di un enorme volume d'acqua, ottenuto a costi praticamente nulli, gran parte del quale non sarebbe altrimenti di alcuna utilità per l'uomo. Nel 1970 l'agricoltura dipendente dalle pioggie ha consumato 11 500 chilometri cubi d'acqua, mentre nello stesso anno 2600 chilometri cubi sono stati impiegati in coltivazioni irrigue sul 12 per cento della terra coltivata.

Data la massa d'acqua che richiede, l'irrigazione non potrebbe ovviamente essere estesa a tutta la terra coltivata nel mondo, anche se ciò fosse desiderabile. In ogni caso, dove l'irrigazione è cosa economicamente fattibile essa porta per lo meno quattro potenziali vantaggi. Anzitutto essa permette spesso un aumento assoluto dell'area coltivata, specie in zone aride che senza irrigazione non consentirebbero alcuna coltivazione. In secondo luogo essa può aumentare la resa dei raccolti: diciamo ad esempio i quintali di cereali per ettaro coltivato. Quando poi l'irrigazione è associata ad altre pratiche per l'aumento della produttività agricola, come l'uso di varietà selezionate e l'impiego di fertilizzanti e di pesticidi, i raccolti possono essere moltiplicati per un fattore tre o quattro.

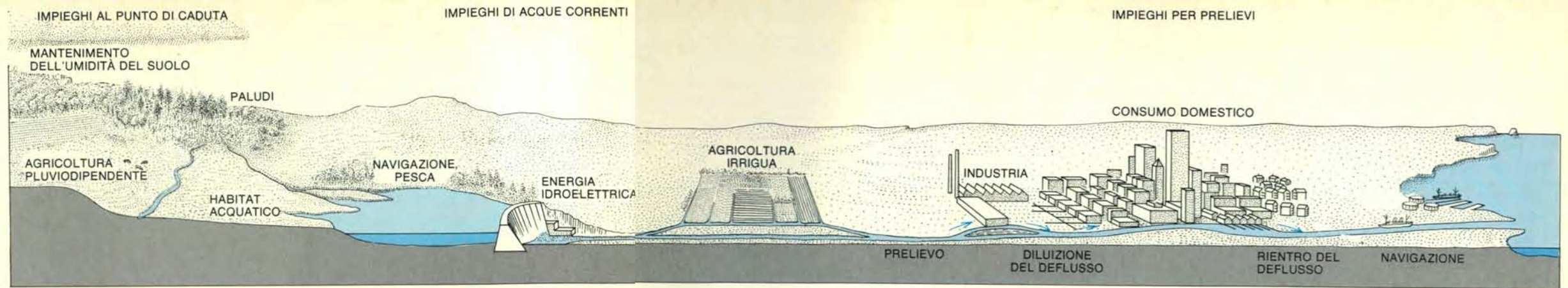
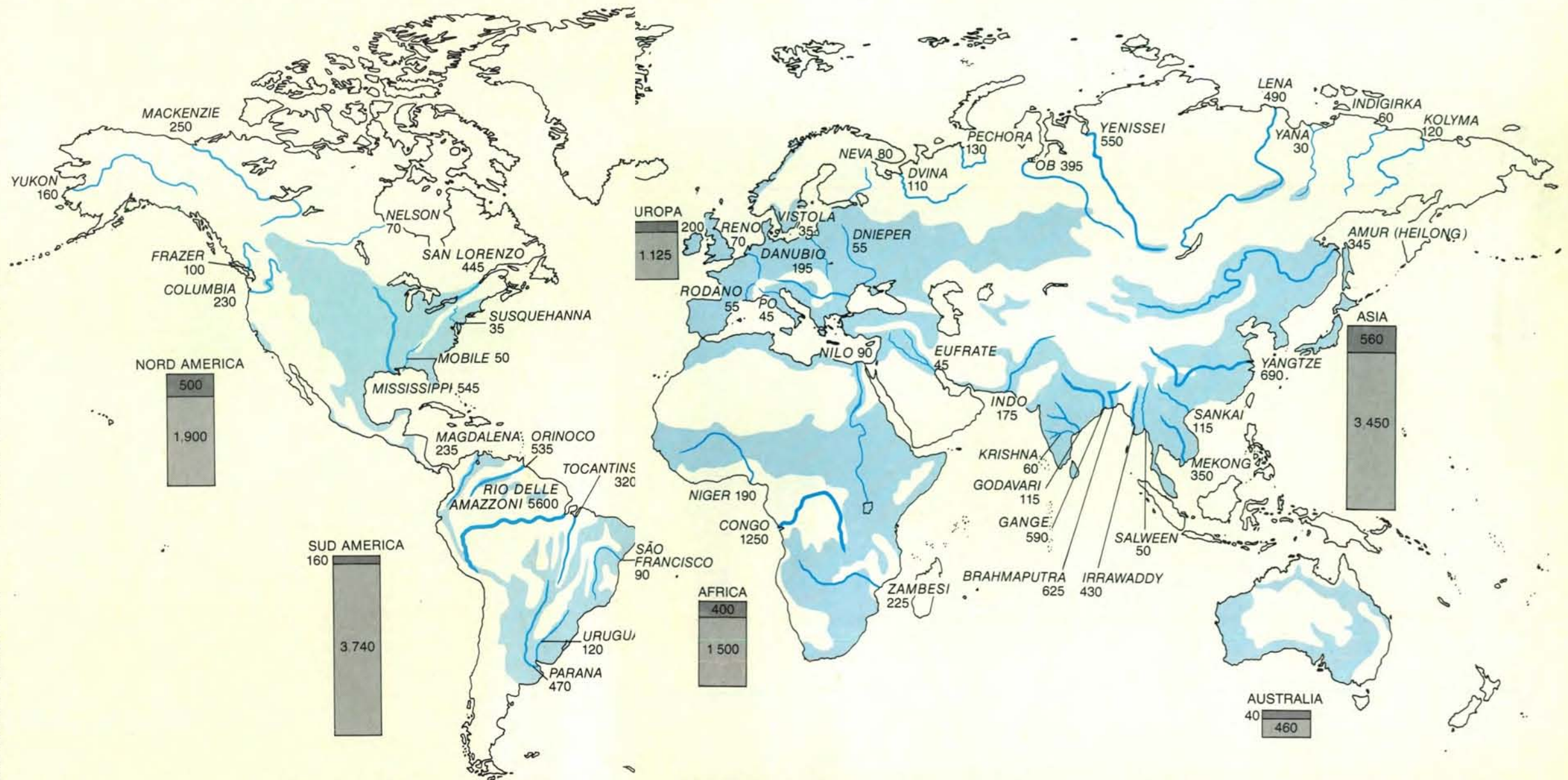
L'irrigazione può aumentare la produ-

La disponibilità complessiva d'acqua consiste principalmente nella portata base, ossia nel flusso stabile, di fiumi e altri corsi d'acqua. Del surplus netto continentale di 40 000 chilometri cubi all'anno solo 12 000 chilometri cubi non ritornano direttamente al mare attraverso le piene. Una piccola frazione delle acque di piena può ora essere trattenuta dalla dighe, cosicché alla fine del secolo il flusso stabile e regolato ammonterà a 14 000 chilometri cubi. Di questi, però, circa 5000 chilometri cubi scorrono in zone scarsamente abitate (per esempio foreste pluviali) per cui il volume direttamente disponibile alla fine del secolo sarà di circa 9000 chilometri cubi all'anno. Il consumo effettivo sarà allora di circa 3500 chilometri cubi, ma altri 3000 saranno resi inutilizzabili dall'inquinamento. La domanda totale, che tiene conto degli impieghi non consuntivi, cioè che lasciano l'acqua disponibile per ulteriore usi, raggiungerà quasi i 7000 chilometri cubi all'anno.

zione alimentare complessiva in un terzo modo: rendendo possibile ottenere più di un raccolto per anno in determinate zone. La possibilità di ottenere raccolti multipli ha lo stesso effetto, dal punto di vista della produzione alimentare, dell'aumento dell'area coltivata. In effetti, nel misurare le estensioni di terra che hanno dato raccolto, si tien conto degli effetti del raccolto multiplo contando per due le aree a due raccolti e per tre quelle a tre raccolti. Questo sistema fornisce una facile misura dell'intensità di raccolto, che è il rapporto fra area di raccolto e area coltivata complessiva. Dato che parte della terra può fornire più di un raccolto all'anno, il rapporto può essere superiore a 1. Nell'agricoltura pluviodipendente l'intensità di raccolto a livello mondiale è oggi pari a 0,71 e dovrebbe raggiungere lo 0,76 con la fine del secolo. In regime di irrigazione l'intensità di raccolto è oggi dell'1,11 e si prevede che giunga a 1,29 entro l'anno 2000. In tre paesi, Bangladesh, Cina ed Egitto, dove la terra coltivabile è molto preziosa e dove vi è una lunga tradizione di coltura intensiva, già oggi l'intensità di raccolto supera 1,5. Alla fine del secolo le terre irrigue costituiranno solo il 13 per cento dell'area coltivata ma, data la diversa intensità di raccolto, esse rappresenteranno il 22 per cento delle aree di raccolto.

Un quarto vantaggio dell'irrigazione è rappresentato dalla maggior sicurezza dell'agricoltore. Non è possibile prevedere con una qualche attendibilità le piogge stagionali, e nell'agricoltura pluviodipendente vi è perciò il rischio che, a coltivazione iniziata, non vi sia umidità sufficiente a far raggiungere al raccolto la sua piena resa. L'insufficienza dei raccolti su una grande area può significare carestie ma, anche quand'è isolata, per l'agricoltore rappresenta un disastro economico. Un sistema d'irrigazione con riserve d'acqua importanti, siano esse raccolte da una diga o in falde acquifere sotterranee, elimina gran parte del rischio. Gli anni in cui le piogge sono scarse non abbassano necessariamente la produzione, dato che le riserve rappresentano un accumulo d'acqua su qualche anno o anche su parecchi anni. Sapendo di avere a disposizione una sufficiente quantità d'acqua l'agricoltore può essere più spinto a coltivare varietà ad alta resa (che generalmente sopportano meno l'asciutto) e a investire in fertilizzanti, pesticidi e macchinario agricolo.

Grandi successi nell'agricoltura irrigua sono stati raggiunti soprattutto in Asia e, in effetti, il 63 per cento della capacità mondiale di irrigazione si trova nell'Asia meridionale. In gran parte di questa zona le rese in grano e in riso sono raddoppiate e anche l'intensità di raccolto è quasi raddoppiata, raggiungendo un valore medio di 1,3. Come risultato, la produzione complessiva è aumentata di quasi quattro volte. Il sistema agricolo più produttivo del mondo si trova in Asia ed è quasi interamente in regime di irrigazione. Si tratta del sistema risicolo giapponese, in cui 0,045 ettari di terra sono sufficienti a fornire 2500 chilocalorie al giorno

IMPIEGHI AL PUNTO DI CADUTA
IMPIEGHI DI ACQUE CORRENTI
IMPIEGHI PER PRELIEVI
MANTENIMENTO DELL'UMIDITÀ DEL SUOLO
PALUDI
AGRICOLTURA PLUVIODIPENDENTE
HABITAT ACQUATICO
NAVIGAZIONE, PESCA
ENERGIA IDROELETTRICA
AGRICOLTURA IRRIGUA
INDUSTRIA
CONSUMO DOMESTICO
PRELIEVO
DILUIZIONE DEL DEFLUSSO
RIENTRO DEL DEFLUSSO
NAVIGAZIONE

Uno stesso volume d'acqua, in un bacino ben regolato, può essere utilizzato per impieghi multipli. Gli impieghi al punto di caduta, il più importante dei quali è rappresentato dalle coltivazioni dipendenti dalle piogge, si valgono di acqua che nella maggior parte dei casi non avrebbe altro valore economico. Gli impieghi di acque correnti sono di sovente non consuntivi, nel senso che l'acqua rimane disponibile per ulteriori utilizzazioni più a valle, ma essi devono comunque essere conteggiati fra le richieste a fronte della disponibilità globale. Per esempio, il mantenere l'acqua di un fiume a un livello sufficiente per la sua navigabilità può richiedere il prelievo di acqua da un bacino artificiale. L'acqua prelevata viene talvolta consumata direttamente, come nell'agricoltura irrigua dove gran parte dell'acqua distribuita ai campi viene persa tramite evaporazione o traspirazione attraverso le piante. I prelievi possono anche dar luogo a consumi indiretti: così, quando viene restituita a un fiume acqua contenente sostanze inquinanti (per esempio un tratto di fiume) è necessaria una quantità aggiuntiva d'acqua per ridurre tale inquinamento a un livello accettabile.

I grandi bacini fluviali rappresentano da tempo i poli della civilizzazione umana e tuttora costituiscono un sito d'elezione per l'agricoltura irrigua, per l'industria e per i grandi agglomerati urbani. Qui vengono indicati tutti i fiumi con una portata media annuale superiore ai 30 chilometri cubi. Gli istogrammi mostrano la portata stabile complessiva (in chilometri cubi) di tutti i fiumi di ciascun continente (ivi compresi i molti fiumi minori non indicati). La portata è regolata da serbatoi naturali sotterranei *(in grigio chiaro)* e da dighe *(in grigio scuro)*. Alcuni fiumi importanti sono praticamente non sfruttati in quanto scorrono in zone *(aree bianche)* che il terreno o il clima rendono inadatte a grandi insediamenti. Il Rio delle Amazzoni e il Congo, rientrano in questa categoria. Nelle zone più densamente popolate *(aree in colore)* un certo numero di fiumi meno grandi (come il Nilo, l'Indo e lo Yangtze) sono invece sfruttati intensivamente.

a una persona. Per fornire la stessa dieta negli Stati Uniti occorre il doppio di terra, e quasi sette volte tanto nel sistema agricolo indiano.

Altrove nel mondo i programmi di irrigazione sono stati considerevolmente meno efficaci nell'aumentare la produzione alimentare complessiva. In Africa, nell'America Latina e nel Vicino Oriente l'intensità di raccolto delle terre irrigate va da 0,77 a 1,07 e gli incrementi significativi di resa rispetto ai valori ottenibili nell'agricoltura pluviodipendente sono stati rari. L'Africa rappresenta un caso particolarmente istruttivo: vi è stato intrapreso un ambizioso programma di regolazione delle risorse idriche ma i risultati dal punto di vista agricolo (salvo nella zona del Nilo) sono stati finora deludenti.

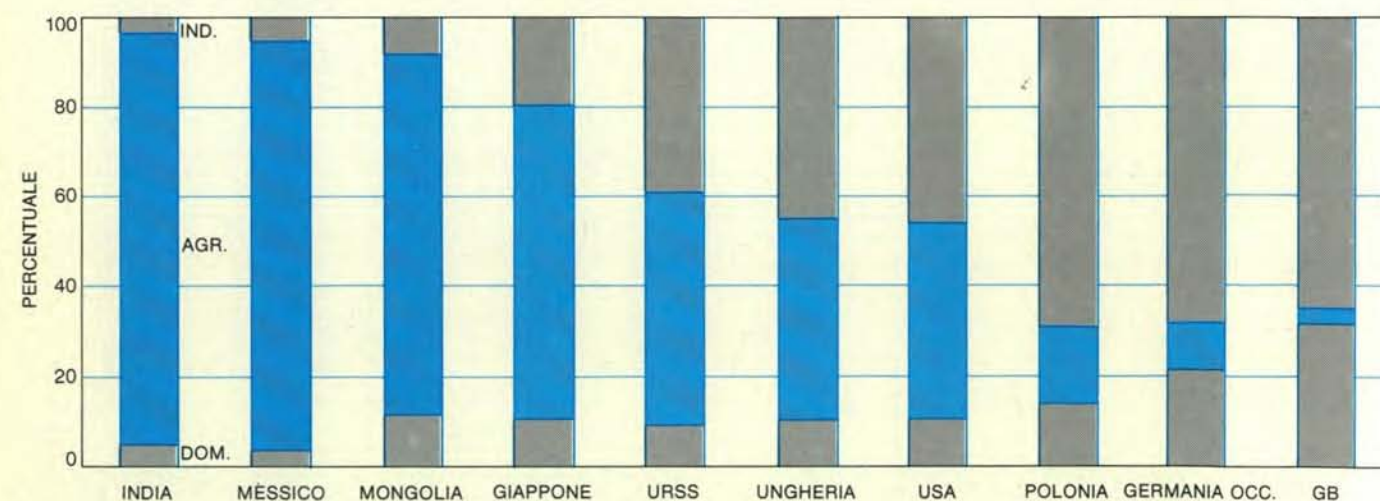
Quale aspetto dell'agricoltura irrigua nell'Asia meridionale la differenzia da quella degli altri paesi in via di sviluppo? Anche se non è verosimile che un singolo fattore spieghi tutta la differenza, un'analisi accettabile può cominciare dalla situazione economica del singolo agricoltore. Nella maggior parte dell'Asia meridionale, dove la densità di popolazione è alta, la terra coltivabile è scarsa e cara. Un agricoltore che voglia aumentare la sua produzione non può generalmente raggiungere questo risultato acquistando altra terra. Egli ha perciò un forte incentivo ad adottare metodi che promettono rese maggiori o una più alta intensità di raccolto. In Africa e in America Latina la scarsità di terra coltivabile è molto minore, e l'agricoltore prospero che si trova ad avere capitali eccedenti può concludere che l'acquisto di altra terra rappresenta un investimento più sicuro che non l'adozione di tecniche agricole più evolute. Va peraltro notato che questa situazione potrà andare incontro a cambiamenti nei decenni a venire. Con l'aumento della popolazione, sempre più terre arabili verranno messe a coltura, cosicché, un'agricoltura intensiva potrà diventare economicamente più interessante.

L'alta disuniformità dei risultati dei programmi di irrigazione intrapresi negli ultimi vent'anni rende evidente che, per la realizzazione di un sistema di sfruttamento a fini agricoli delle risorse idriche, occorre qualcosa di più della semplice costruzione di dighe e di canali per portare acqua ai campi. In effetti, se non si tien conto di quelle che sono le esigenze e le pratiche dell'agricoltore, o se non si è a conoscenza dell'idrologia del suolo, l'irrigazione può in certi casi fare più male che bene. Un esempio è la saturazione in acqua di un terreno che si ha quando grandi volumi d'acqua vengono impiegati per lungo tempo su terreni piatti e a scarso drenaggio. L'acqua, non potendo scorrere via, filtra attraverso il suolo e rialza il livello della falda freatica sottostante. Quando l'acqua freatica affiora in superficie il suolo diventa saturo d'acqua e risulta inadatto alla coltivazione. Se quest'acqua in superficie viene lasciata evaporare, essa lascia dietro di sé un residuo salino che riduce ulteriormente la fertilità della terra. Nelle pianure alluvionali dell'Indo in Pakistan circa due milioni di ettari di terra irrigua sono stati resi infruttiferi con questo sistema.

I disastri provocati dalla saturazione e dai depositi salini in Pakistan avrebbero potuto essere evitati migliorando il drenaggio del suolo e pompando l'acqua per l'irrigazione dal sottosuolo stesso anziché usare acqua di fiume. Ora che un'area così estesa è ormai stata danneggiata il rimedio è semplice ma costoso e richiede tempo. Si tratta di pompare acqua dal sottosuolo su una vasta area in modo da abbassare la falda freatica, e di far circolare parte dell'acqua estratta sul suolo danneggiato per disciogliere i sali.

Un altro pericolo che l'irrigazione porta con sé è l'inavvertita diffusione di malattie e parassiti che si propagano per via d'acqua (si veda l'articolo *Popolazione* di Halfdan Mahler a pagina 22). Forse la più nota di queste malattie è la schistosomiasi, una infestazione cronica e debilitante da parte di parassiti del sangue chiamati schistosomi. Questi schistosomi trascorrono parte del loro ciclo vitale come parassiti di certi molluschi acquatici che prosperano solo dove vi sia tutto l'anno stabile abbondanza d'acqua. Gli schistosomi adulti infettano le persone che entrano nell'acqua e le loro uova ritornano nell'acqua attraverso gli escrementi umani. La schistosomiasi è stata definita una malattia da progresso data la sua frequente associazione con la costruzione di impianti idrici pubblici. Questa definizione è senza dubbio esagerata, ma la recente diffusione della malattia attraverso l'Africa, l'Asia e il Sud America è effettivamente collegata con la realizzazione di grandi programmi di irrigazione.

La crescente incidenza della schistosomiasi è particolarmente ben documentata per l'Egitto e il Sudan. La malattia è endemica nelle comunità del Nilo da millenni (uova di schistosomi sono state trovate in mummie risalenti al 2800 a.C.). Ma, finché la terra veniva irrigata solo dalle piene stagionali, la sua incidenza rimaneva bassa. Con il recente passaggio alla irrigazione perenne ne è rimasta colpita una percentuale molto maggiore della popolazione - più della metà in certe zone - e il 20 per cento dei decessi oggi in Egitto è attribuito alla schistosomiasi.

Nelle condizioni generalmente esistenti nelle zone rurali dei paesi in via di sviluppo la schistosomiasi raramente può essere curata efficacemente. Sistemi di prevenzione basati sulla disinfestazione delle acque dai molluschi portatori hanno dato anch'essi risultati deludenti. Nel Sudan è stato recentemente dato l'avvio a un programma decennale di lotta contro la schistosomiasi lungo il corso del Nilo Blu, programma basato sulla disinfezione

La ripartizione dell'acqua disponibile fra agricoltura, industria e consumo domestico è fortemente influenzata dall'importanza dell'agricoltura irrigua nell'economia di un paese. A livello mondiale l'irrigazione assorbe più dei tre quarti di tutta l'acqua disponibile, ma in paesi come India e Messico la proporzione è ancora maggiore. Nel Giappone l'agricoltura rappresenta un settore economico poco importante, ma la richiesta d'acqua da parte di essa è alta in quanto quasi tutte le coltivazioni sono irrigue. La ripartizione piuttosto diversa di USA, Polonia, Germania Occidentale e Inghilterra riflette non solo esigenze industriali più importanti ma anche una più estesa agricoltura pluviodipendente.

e sulla regolazione delle acque superficiali. Ma in definitiva il rimedio più efficace per la schistosomiasi endemica sembra essere il miglioramento delle condizioni di vita, che è chiaramente proprio lo scopo che l'irrigazione stessa si prefigge.

Nei paesi in via di sviluppo l'agricoltura spesso richiede quasi tutta l'acqua disponibile. In India e in Messico, per esempio, la parte che va alle coltivazioni rappresenta più del 90 per cento del totale. Negli Stati Uniti, invece, l'industria e l'agricoltura presentano fabbisogni all'incirca uguali. In effetti, un'analisi più accurata mostrerebbe come la stessa acqua, prima di scaricarsi in mare, possa essere utilizzata ripetutamente sia per usi agricoli e industriali sia per altri scopi come la navigazione e la generazione di energia idroelettrica.

La richiesta d'acqua per usi industriali nei paesi in via di sviluppo va generalmente dai 20 ai 40 metri cubi all'anno per persona, una quantità paragonabile a quella per il consumo domestico. Negli Stati Uniti la richiesta d'acqua per usi industriali è all'incirca 100 volte più grande: 2300 metri cubi per persona all'anno. I settori industriali a maggior consumo sono quello metallurgico, quello chimico, quello della raffinazione petrolifera, quello cartario e quello alimentare: nel loro insieme questi pochi settori assorbono pressappoco i due terzi dell'acqua impiegata dall'industria.

Molta dell'acqua che diciamo «usata» non viene in realtà «consumata» in senso stretto. Una percentuale dal 60 all'80 per cento dell'acqua viene usata nell'industria a scopi di raffreddamento, soprattutto nella generazione di energia elettrica. Quasi tutta l'acqua prelevata per questo scopo viene successivamente restituita allo stesso corso d'acqua, immutata se non per un aumento della temperatura. Anche in questo caso non è però da pensare che la quantità d'acqua richiesta possa non essere conteggiata nel bilancio idrico complessivo. Se un impianto di generazione elettrica viene costruito a valle di una diga, dal bacino dovrà essere prelevata in maniera continuativa la quantità d'acqua necessaria alle esigenze di raffreddamento dell'impianto, acqua che sarà quindi persa per gli altri usi per cui può essere stato costruito il bacino.

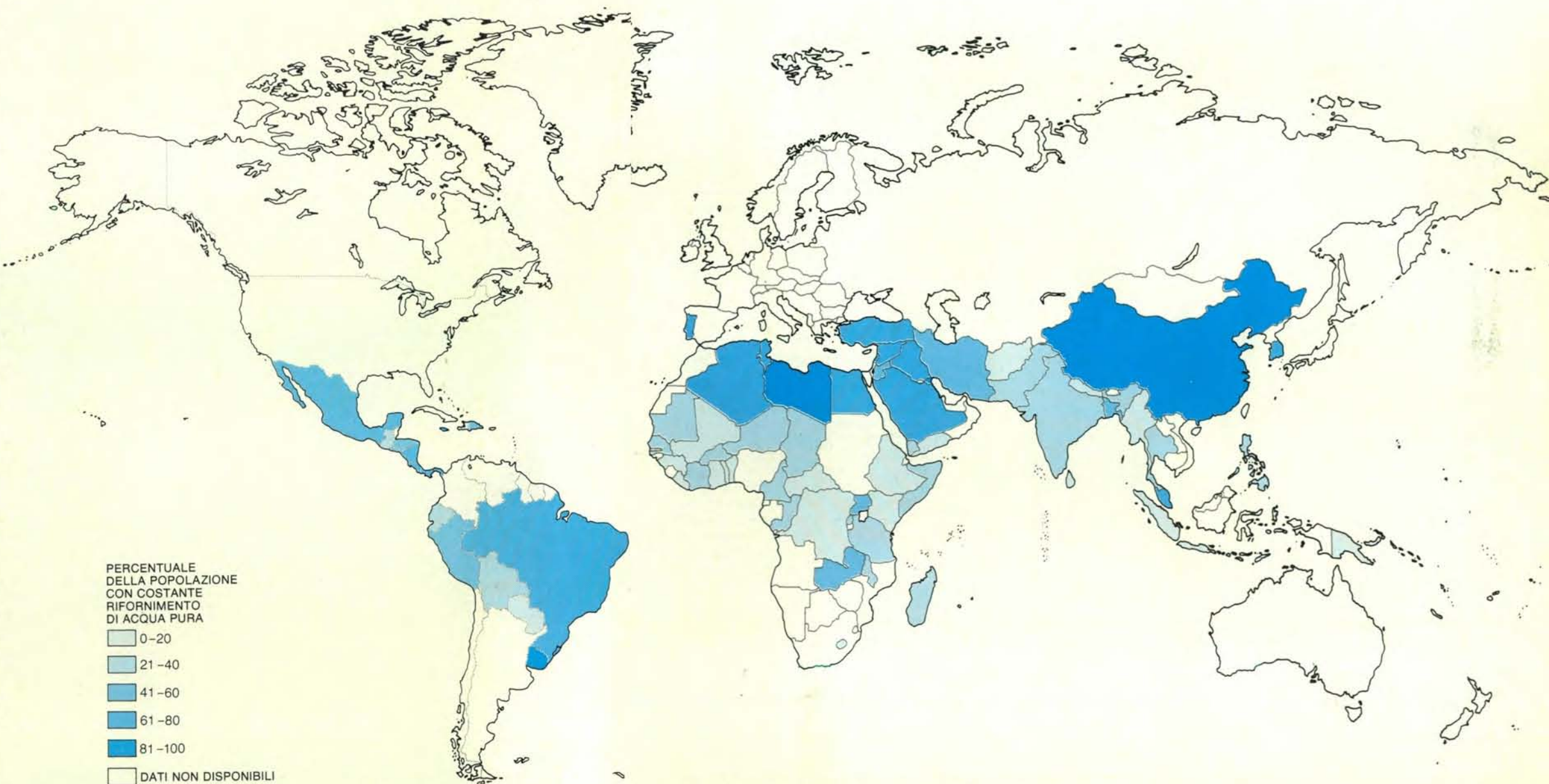
Spesso l'acqua industriale ritorna ai corsi d'acqua carica di sostanze inquinanti. In tal caso la richiesta totale deve comprendere non solo l'acqua effettivamente prelevata ma anche la parte del corso d'acqua necessaria a diluire le sostanze inquinanti a un livello accettabile. Lo stesso calcolo dovrebbe essere fatto per l'acqua usata a scopi domestici, poiché anch'essa viene restituita ai corsi d'acqua con l'aggiunta di inquinanti. Il grado di inquinamento di un lago o di un fiume viene generalmente misurato in termini di ossigeno disciolto consumato nei processi di degradazione biologica degli inquinanti. Con il procedere di questi processi a un certo punto la concentrazione di ossigeno disciolto può scendere al di sotto del livello necessario a forme aerobiche di vita. Gli inquinanti tossici richiedono poi interventi speciali, perché possono rendere l'acqua inadatta a ogni uso ulteriore.

La generazione di energia idroelettrica è un uso industriale dell'acqua peculiare, nel senso che è assolutamente non consuntivo. Naturalmente per generare energia elettrica deve essere prelevata acqua da un bacino, e quindi il volume d'acqua necessario per la produzione idroelettrica deve anch'esso essere considerato a fronte delle disponibilità. Generalmente però tale acqua avrebbe comunque dovuto essere inviata in basso per i bisogni delle industrie e delle comunità a valle: se è così, tanto vale che essa venga impiegata utilmente per muovere delle turbine. È per questo che la produzione di energia idroelettrica è, da un punto di vista economico, talmente conveniente che quasi tutti i siti più adatti per questo scopo sono ormai stati sfruttati. Per i siti che rimangono il problema è se l'energia ottenibile possa ripagare i costi di capitale degli impianti. Ma, se i costi dei combustibili fossili continueranno a crescere, anche impianti di minor capacità potranno diventare convenienti rispetto ad altre fonti di energia.

La navigazione sulle acque interne rappresenta anch'essa un'utilizzazione non consuntiva, che peraltro richiede un largo impiego delle disponibilità d'acqua. A monte di una diga il mantenere alto il livello dell'acqua per rendere possibile la navigazione allarga la superficie del bacino e quindi aumenta la perdita d'acqua attraverso l'evaporazione. A valle della diga, d'altra parte, per mantenere la navigabilità di un fiume generalmente occorre lo scarico di grandi volumi d'acqua. Un canale regolato, con chiuse per superare i dislivelli, può ridurre in una certa misura il fabbisogno d'acqua, ma va tenuto conto che anche per il funzionamento delle chiuse si richiede acqua.

In un piano complessivo di sfruttamento delle acque non può essere dimenticato anche qualche altro impiego, come la pesca. Il mantenimento di valli da pesca e di zone acquitrinose per la selvaggina richiede un grosso impiego di risorse idriche a causa del tasso di evaporazione e di traspirazione attraverso la vegetazione, che in tali zone è eccezionalmente elevato. In qualche caso l'acqua può anche avere un valore paesaggistico, ornamentale o ricreativo. Il fatto che alcune di tali esigenze non siano incompatibili con altre e possano essere soddisfatte riciclando parecchie volte la stessa acqua rende più complessi i compiti di pianificazione e di assegnazione. Con lo sfruttamento di tutte queste possibilità di impieghi multipli o successivi si ha comunque un effettivo aumento della disponibilità d'acqua.

La tecnica principale di regolazione delle disponibilità d'acqua - la costruzione di dighe sui fiumi - ha l'importante vantaggio di provvedere al soddisfacimento contemporaneo di parecchie necessità. Contenendo le piene, una diga può rendere abitabili senza rischi alcune delle zone più fertili del globo, situate nelle pianure alluvionali dei maggiori bacini fluviali. Trattenendo acque che correrebbero altrimenti direttamente al mare, una diga aumenta effettivamente il volume d'acqua a disposizione dell'uomo, a differenza di altre tecniche che si limitano ad attingere alle riserve esistenti. In regioni a clima monsonico, in cui quasi tutte le precipitazioni annue sono concentrate in poche settimane, questo tipo di regolazione è indispensabile: l'acqua deve essere conservata e razionata nell'anno. Alzando il livello dell'acqua una diga facilita inoltre la distribuzione d'acqua a sistemi di irrigazione a gravità e, naturalmente, rappresenta un potenziale per la generazione di energia idroelettica.

Il più importante sistema di dighe realizzato nel nostro secolo è quello della Cina, dove negli ultimi trent'anni sono stati costruiti circa 70 000 dighe e bacini. Si tratta generalmente di piccole dighe, che però hanno nell'insieme una capacità di oltre 300 chilometri cubi d'acqua. Se la costruzione di dighe in quel paese continuerà al ritmo attuale altri 50 000 bacini verranno realizzati in questo decennio, con l'aggiunta di altri 150 chilometri cubi d'acqua alla capacità complessiva. La

La disponibilità di acqua potabile è un indice base dello sviluppo economico e può, attraverso la sua influenza sulla salute di una popolazione, contribuire a determinare il ritmo di tale sviluppo. In più di metà dei paesi in via di sviluppo meno del 50 per cento della popolazione dispone di un rifornimento stabile di acqua sicuramente potabile o di impianti di smaltimento delle acque di scolo. Nelle zone rurali la quota di popolazione priva di tale rifornimento è generalmente ancora più alta. Un programma internazionale elaborato nel 1976 prevede la costruzione di serbatoi piezometrici, latrine e fognature per assicurare alle comunità di tutto il mondo entro il 1990 un rifornimento di acqua che sia esente da inquinamenti. Il fabbisogno quantitativo di acqua a questo scopo è relativamente basso, ma il costo complessivo previsto di 200 miliardi di dollari supera notevolmente quelli che sono gli stanziamenti attuali per tale tipo di impianti.

Cina ha scelto piccole dighe allo scopo di ridurre i costi di costruzione. Le tecniche impiegate sono di tipo molto semplice, cosicché quasi tutto il lavoro può essere eseguito dalla popolazione locale.

I costi di costruzione delle dighe più grandi sono cresciuti enormemente. Per ogni chilometro cubo di capacità del bacino formato da una grande diga, l'investimento di capitale è oggi stimato intorno ai 120 milioni di dollari. Un chilometro cubo d'acqua può permettere mediamente l'irrigazione di 85 000 ettari di terra coltivabile. Anche a questi costi grandi dighe e i sistemi di irrigazione a esse collegati possono rappresentare in certi casi la soluzione più conveniente. Nello stimare i benefici economici di un progetto di irrigazione la domanda da porsi è comunque se il valore aggiunto dei prodotti agricoli della regione è tale da ripagare l'investimento. Vi è oggi una buona probabilità che con acqua ottenuta per altra via si raggiunga lo stesso valore aggiunto a un minor costo iniziale.

Un altro problema, economico non meno che tecnico, che nasce dalla costruzione di dighe è quello della formazione di sedimenti nei bacini artificiali. Si tratta del limo, raccolto dai corsi d'acqua nel loro scorrere sulle pendici, che rimane in sospensione finché l'acqua è in movimento. Nell'acqua ferma di un lago artificiale il limo si deposita sul fondo. Se questi sedimenti, che man mano si accumulano, non vengono rimossi, e se nulla vien fatto per evitare il loro depositarsi, alla fine essi riempiranno l'intero bacino. A seconda della quantità di materiale in sospensione nelle acque affluenti, il tempo richiesto da questo processo può andare da pochi decenni a parecchi secoli.

Esistono delle soluzioni al problema della sedimentazione, ma esse sono costose. La diga può essere rialzata per allargare il bacino; i sedimenti possono essere dragati; una seconda diga e un secondo bacino possono essere costruiti più a monte per trattenere i sedimenti. Nel lungo periodo il rimedio più efficace può essere l'adozione di pratiche di rassodamento del suolo sulle pendici. Se vengono decise alcune di queste misure, il loro costo dovrà essere incluso in quello del progetto di irrigazione mentre, se si decide di non controllare il deposito di sedimenti, si dovrà considerare il bacino come una risorsa limitata nel tempo, destinata a esaurirsi e da sostituirsi entro un certo numero di anni. Il costo della diga dovrà perciò essere ammortizzato in tale periodo.

Nonostante questi costi le valli dei grandi fiumi rimarranno sicuramente il cuore della civiltà umana, come lo sono da 6000 anni. Esse forniscono infatti sia la terra che le risorse idriche necessarie per un'agricoltura irrigua. Inoltre, dato che i fiumi offrono acqua in abbondanza sia per il consumo che per il trasporto, rappresentano l'ubicazione logica dei maggiori insediamenti industriali, e per le stesse ragioni i grandi agglomerati urbani si sono sviluppati sulle rive dei fiumi.

Le risorse idriche rappresentate dai fiumi si trovano, nel mondo, ai più vari livelli di sfruttamento. I due fiumi aventi la maggior portata annuale, il Rio delle Amazzoni con 5600 chilometri cubi e il fiume Congo con 1250 chilometri cubi, si trovano ancora quasi interamente in condizioni di non sfruttamento dato che scorrono tra inaccessibili foreste pluviali. Anche i grandi fiumi che si gettano nell'oceano Artico, come il Mackenzie in Canada e l'Ob e lo Yenissei in URSS, sono

La disponibilità d'acqua per l'agricoltura rappresenta spesso il fattore determinante per la produttività della terra. Su un totale mondiale stimato di 3,4 miliardi di ettari di terra potenzialmente coltivabile meno di metà era effettivamente coltivato nel 1970, e solo per il 5 per cento in regime di irrigazione. Le zone irrigue danno, peraltro, un contributo più che proporzionale all'area di raccolto complessiva (che può essere definita come l'area effettivamente coltivata moltiplicata per l'intensità di raccolto, ossia per il numero di raccolti ottenibili in un anno). Nell'agricoltura irrigua l'intensità di raccolto è spesso superiore a 1, mentre nelle zone bagnate solamente dalla pioggia è quasi sempre minore di 1. Entro la fine del secolo le zone irrigue rappresenteranno più di un quinto dell'area mondiale di raccolto. Gran parte delle nuove zone irrigue si troveranno nei paesi in via di sviluppo, dove i bisogni alimentari sono maggiori. Il fabbisogno di acqua per irrigazione, indicato qui in chilometri cubi, raddoppierà o quasi.

praticamente inutilizzati. All'estremo opposto è il Nilo, che ha una portata naturale di soli 90 chilometri cubi all'anno, ma che è interamente sfruttato: dalla metà degli anni settanta, quando si riempì il bacino a monte della grande diga di Assuan, le acque del Nilo hanno cessato di scorrere liberamente verso il mare. Esse attualmente bagnano una delle maggiori aree irrigue del mondo, con un'estensione di cinque milioni di ettari. In altre parti dell'Africa il fiume Volta e lo Zambesi sono stati entrambi sbarrati da dighe per creare larghi bacini: il lago di Kariba sullo Zambesi costituisce il più grande bacino artificiale del mondo. La pianificazione del controllo dei bacini del Niger, del Senegal e dei molti fiumi che si gettano nel lago Ciad è in corso a opera di commissioni dei paesi rivieraschi.

L'Asia ha, fra tutti i continenti, la più alta portata fluviale regolata da dighe: 560 chilometri cubi all'anno, la maggior parte dei quali destinati all'irrigazione. Tutti i grandi fiumi dell'Asia meridionale e sudorientale, come lo Yangtze, il Mekong, l'Irawadi, il Brahmaputra, il Gange e l'Indo, vengono sfruttati, anche se molta della loro capacità rimane inutilizzata.

In Europa e negli USA alcuni fiumi alimentano grandi impianti di irrigazione: da ricordare fra questi il Colorado e il Tisza, un affluente del Danubio, il cui sfruttamento è cominciato alla metà del secolo scorso e che dovrebbe essere sottoposto a regolazione integrale entro la metà del prossimo. Vari altri fiumi sono stati sbarrati da dighe per un controllo delle piene e per lo sfruttamento idroelettrico su vasta scala: ne sono esempi il Columbia e il Tennessee. Nella maggior parte dei casi ha però prevalso un altro tipo di utilizzazione dei bacini fluviali, basato sullo sviluppo dell'industria e della navigazione e sull'impiego dei fiumi per lo smaltimento dei rifiuti. Molti fiumi in Europa e negli USA, come il Reno, la Ruhr e il Mississipi, funzionano prevalentemente da vie d'acqua commerciali.

Anche se la regolazione dei fiumi e dei corsi d'acqua naturali per mezzo di dighe rimarrà il sistema prevalente di gestione delle risorse idriche per molti decenni ancora, altre fonti di approvvigionamento idrico meritano considerazione. La più importante di queste fonti è l'acqua del sottosuolo che rappresenta la quota maggiore delle riserve d'acqua dolce del mondo a parte i ghiacci artici. Nei paesi aridi, dove l'evaporazione generalmente è superiore alle precipitazioni, le falde freatiche rappresentano normalmente la sola fonte stabile di approvvigionamento locale. Anche là dove sono disponibili acque superficiali in certi casi è economicamente conveniente, o per altre ragioni preferibile, estrarre acqua dal suolo.

Nel deserto libico il progetto Sarir ricorre a un bacino naturale sotterraneo per irrigare 15 000 ettari di deserto. L'acqua viene distribuita alle coltivazioni con la tecnica di irrigazione a perno centrale, con la quale un campo circolare viene adacquato per mezzo di un lungo braccio spruzzatore rotante, alimentato da una pompa sommersa al centro. Nel 1976 un'area sperimentale di 4000 ettari ha prodotto 12 000 tonnellate di grano con l'estrazione dalla falda acquifera di 40 milioni di metri cubi d'acqua.

Anche se il progetto Sarir è un progetto ad alti costi e a tecnologia avanzata, una caratteristica interessante dello sfruttamento delle acque sotterranee è che in certi casi esso può avvenire a bassi costi. Mentre ottenere un chilometro cubo d'acqua con la costruzione di una grande diga costa 120 milioni di dollari, la stessa quantità d'acqua può essere estratta da bacini sotterranei con un investimento iniziale fra i 30 e i 50 milioni di dollari. Nel Bangladesh, dove un alto livello delle acque freatiche e un terreno alluvionale soffice favoriscono questo tipo di sfruttamento idrico, alle riserve sotterranee si attinge con semplici pozzi a camera o pozzi tubolari che hanno un costo di installazione di circa 100 dollari ognuno. Una squadra di tre uomini può scavare il pozzo e montare una pompa a mano in circa tre ore. Il Bangladesh ha oggi 450 000 di tali pozzi, che forniscono acqua potabile al 70 per cento della popolazione rurale. L'obiettivo è di servire l'intera popolazione rurale con 700 000 pozzi entro il 1985.

Uno dei progetti più ambiziosi in materia di utilizzazione delle risorse idriche si propone di deviare dal loro corso naturale i due fiumi più grandi dell'Asia settentrionale, l'Ob e lo Yenissei. Questi due fiumi attraversano oggi per migliaia di chilometri una zona a permafrost scarsamente abitata e si gettano nell'oceano Artico. Il progetto prevede una serie di immense dighe e di canali che porterebbero invece l'acqua a sudovest, attraverso terreni più caldi e potenzialmente coltivabili, con sbocco finale nel lago d'Aral. Una proposta prevede di deviare il fiume Mackenzie dal suo attuale corso che attraversa le regioni arti-

Gli effetti dell'irrigazione e di altre misure di regolazione idrica sui raccolti si traducono in aumento di produttività. Vengono qui indicate le rese in riso per ettaro di terra per 11 paesi asiatici a diversa tecnologia agricola. Raddoppiando le rese e quasi raddoppiando l'area di raccolto, l'irrigazione e le pratiche associate (impiego di fertilizzanti) permettono di aumentare di quattro volte la produttività.

che canadesi. Non si sa però quali effetti potranno avere sull'ambiente artico e sul clima del globo interventi su così larga scala nel ciclo idrologico.

In zone a grave e prolungata carenza d'acqua, dove il problema idrico rappresenta un limite per lo sviluppo economico, possono essere presi in considerazione interventi di tipo anche più inusitato. La distribuzione delle precipitazioni può venire alterata attraverso l'inseminazione delle nubi o altre tecniche di modificazione delle condizioni atmosferiche. La perdita d'acqua dei bacini per evaporazione, che in climi secchi rappresenta la causa principale di impoverimento degli stessi, può essere ridotta con lo spargimento sulla superficie dell'acqua di petrolio o di altre sostanze. Le acque di scarico possono essere recuperate e i bacini sotterranei possono essere ricolmati con acque superficiali, incluse le acque di scarico depurate. La dissalazione dell'acqua marina è una tecnica ormai consolidata, anche se costosa, e destinata a diventare sempre più tale con l'aumento dei prezzi petroliferi. Un'idea che merita seria considerazione è il trasporto di acqua con grandi navi cisterna. L'Arabia Saudita ha esaminato la possibilità di rimorchiare degli iceberg dai mari artici o antartici al Golfo Persico.

Alcune di queste ipotesi presentano aspetti interessanti ma non è pensabile che possano venir messe in atto se non dai paesi più ricchi, e anche là potranno dare solo un contributo marginale. Per esempio, nell'ultimo decennio l'Arabia Saudita ha realizzato impianti capaci di dissalare 150 milioni di metri cubi d'acqua di mare all'anno, ma nello stesso periodo la domanda d'acqua nel paese è cresciuta di 900 milioni di metri cubi.

Per la fine del secolo si prevede che circa 30 paesi presenteranno una richiesta d'acqua superiore alla massima offerta per essi sostenibile. Per un certo periodo questa richiesta potrebbe essere soddisfatta a spese delle riserve accumulate (come le acque sotterranee), ma questo eccesso di prelievi su una risorsa naturale non può continuare all'infinito. Diventa allora necessario gestire sia la domanda sia l'offerta in modo che l'acqua disponibile venga assegnata ai più bisognosi e a quegli impieghi che promettano la maggiore remunerazione economica.

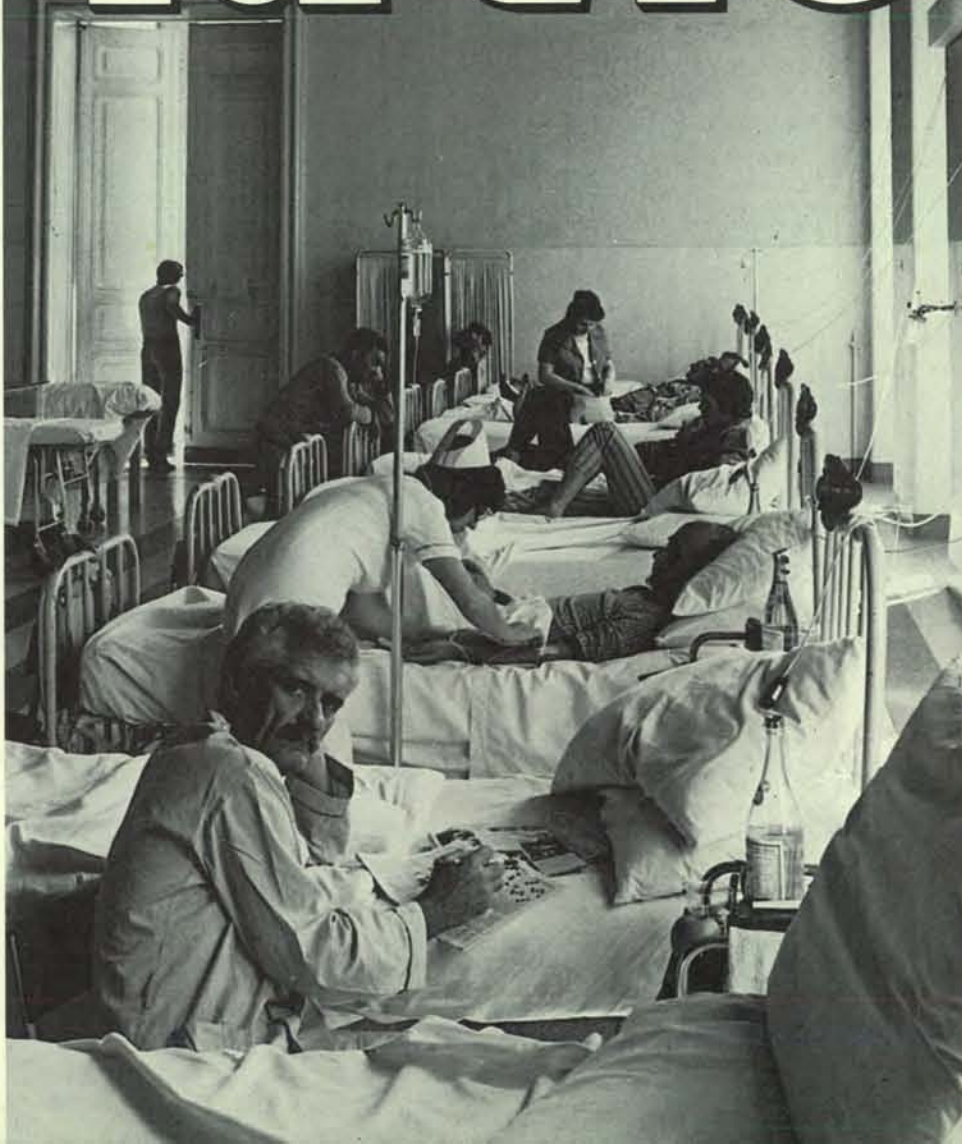
Sotto questo aspetto è istruttiva l'esperienza israeliana. Israele già oggi sfrutta il 95 per cento delle sue risorse idriche naturali e ha dato l'avvio a interventi straordinari per aumentare le disponibilità, ivi compresa la dissalazione e la «ricarica» artificiale delle falde acquifere. Il recupero delle acque di scarico dà un contributo importante al bilancio idrico complessivo: il 20 per cento delle acque di scarico industriali e domestiche viene recuperato, soprattutto per l'impiego in irrigazione. Ulteriori allargamenti delle disponibilità sono certamente possibili, ma la convenienza degli investimenti relativi è discutibile se il costo dell'acqua così ottenuta è superiore a quanto se ne può ricavare sul piano economico. Migliori risultati sono stati raggiunti con la regolazione dei con-

sumi in modo da accrescere l'economicità degli impieghi dell'acqua. Come risultato di tale politica il valore del raccolto agricolo per unità di acqua impiegata è cresciuto del 7 per cento all'anno. Nell'industria il volume di acqua consumato per 100 dollari di produzione è sceso da 20 metri cubi nel 1962 a 7,8 nel 1975. (Questi valori sono stati corretti per via dell'inflazione e sono espressi in dollari costanti 1975.)

Nelle isole Canarie i consumi idrici già oggi superano di molto tutte le risorse rinnovabili e al deficit viene fatto fronte con la continua estrazione di acque sotterranee. L'economia di queste isole è basata sulla coltivazione irrigua di pomodori e banane e su un'industria turistica in espansione, ma negli ultimi anni il bene di mercato più importante è per lo più in mano privata. Le vendite di acqua ammontano a 200 milioni di dollari all'anno, una somma paragonabile al valore complessivo dei prodotti agricoli raccolti, ma con la differenza che la remunerazione del capitale è del 50 per cento per l'acqua e solo dell'1,5 per i prodotti agricoli, nonostante i sussidi governativi. All'attuale ritmo di estrazione tutta l'acqua disponibile verrà consumata in due decenni, per cui, se si vuole che l'agricoltura nelle Canarie sopravviva, saranno necessari drastici cambiamenti nella politica idrica. La misura più valida sarà forse il passaggio a coltivazioni che richiedono meno acqua e danno prodotti di maggior valore.

Una cronica carenza d'acqua è da prevedere anche per lo stato della California, dove l'attuale consumo di 41,3 chilometri cubi all'anno supera del 12 per cento le risorse rinnovabili. Anche se non vi sarà un'ulteriore espansione economica della California la domanda continuerà a crescere, raggiungendo i 43,8 chilometri cubi nel 2000. Vi sono ancora risorse non sfruttate di una certa importanza, ma qualsiasi progetto per il loro sfruttamento richiede a sua volta un tempo di realizzazione intorno ai 20 anni. Da un punto di vista strettamente economico la miglior strategia degli impieghi idrici in California potrebbe essere il passaggio dall'agricoltura irrigua, in cui il valore aggiunto è di 75 milioni di dollari per chilometro cubo d'acqua, alla produzione industriale, che presenta un valore aggiunto di 5 miliardi di dollari per chilometro cubo.

Gli investimenti per l'ampliamento delle risorse idriche hanno raramente superato l'1 o il 2 per cento del prodotto nazionale lordo. Nella maggior parte dei paesi essi non possono essere spinti molto al di sopra di tale livello senza provocare squilibri nella situazione economica complessiva. I capitali sono una risorsa anche più scarsa dell'acqua, e una strategia analoga deve essere adottata per la loro conservazione. Come l'acqua deve essere destinata a quegli impieghi che danno il massimo risultato economico, così gli investimenti in impianti idrici dovranno garantire il massimo risultato in termini di quantità e qualità d'acqua.

Nell'agricoltura l'ammodernamento degli impianti di irrigazione esistenti promette, per una data quota di investimenti,

È NATURALE PRETENDERE LE CURE MIGLIORI,
MA NON SEMPRE È POSSIBILE PERMETTERSELO. È LA VITA.

Oggi però c'è MEDICA, l'assicurazione sanitaria della SAI, che garantisce alla tua salute e a quella dei tuoi familiari sempre il primo posto:
• in caso di ricovero, puoi scegliere la clinica che preferisci, in qualsiasi parte del mondo
• puoi farti curare, anche a casa, dal tuo medico di famiglia o dallo specialista che ti necessita
• puoi sottoporti ai più semplici o ai più approfonditi esami clinici presso il centro medico più idoneo
• con la garanzia "Grandi Interventi" puoi affidarti ai migliori chirurghi, anche stranieri
• durante e dopo il ricovero, puoi contare su una diaria che sopperisce alla temporanea sospensione dei guadagni
• puoi disporre inoltre di una garanzia esclusiva che assicura un valido indennizzo anche nei casi di "Invalidità Permanente da Malattia"
• perfino per le più normali cure dentarie potrai contare su SAI.

Proteggere con MEDICA la tua salute costa meno di quanto pensi. Parlane con uno dei 3.000 Consulenti SAI, professionisti qualificati per affrontare ogni problema assicurativo. A tua disposizione in ogni parte d'Italia.

MEDICA
L'ASSICURAZIONE SANITARIA
SAI

SAI
Consulenti
e Assicuratori

vantaggi molto superiori a quelli ottenibili con l'estensione dell'irrigazione a nuove zone. Il rinnovamento dei bacini e dei canali di distribuzione nei paesi in via di sviluppo presenta un costo stimato di 680 dollari per ettaro, ai quali sono da aggiungere altri 240 dollari per ettaro per il miglioramento del drenaggio e la correzione del bilancio salino del suolo. La Food and Agriculture Organization (FAO) delle Nazioni Unite ha assegnato a tali programmi di miglioramento un'alta priorità per i prossimi decenni. La costruzione di nuovi impianti di irrigazione analoghi, compreso il sistema di drenaggio, costerebbe 3800 dollari per ettaro, mentre per sistemi di irrigazione basati su grandi dighe e tecnologie avanzate il costo può raggiungere gli 8000 dollari.

In molti paesi in via di sviluppo e in particolare nelle zone rurali, il bisogno più urgente è quello di acqua sicuramente potabile e di impianti per lo smaltimento dei rifiuti. Per il 1990 si prevede che più di un miliardo di persone mancherà di ogni ragionevole possibilità di disporre di acqua potabile di qualità accettabile. La quantità d'acqua richiesta non è grande se paragonata alle esigenze dell'agricoltura, ma il costo di distribuzione per persona può essere molto alto. Un ambizioso programma per affrontare queste esigenze venne formulato nel 1976 al convegno HABITAT a Vancouver e venne fatto proprio l'anno seguente dalla World Water Conference riunita a Mar del Plata in Argentina. Il programma prevede la costruzione di serbatoi piezometrici, latrine, fognature e altri impianti allo scopo di assicurare un'adeguata disponibilità di acqua alle comunità di tutto il mondo entro il 1990. L'obiettivo è ammirevole ma non vi sono molte probabilità che venga raggiunto. Il costo totale è vicino ai 200 miliardi di dollari e potrebbe essere pagato solo raddoppiando il tasso di investimenti nelle zone urbane e quadruplicato in quelle rurali. Un programma più realistico, basato su tecnologie meno raffinate ma che preveda una maggior partecipazione della popolazione locale, potrebbe portare a miglioramenti significativi nella qualità dell'acqua a un costo di soli 30 miliardi di dollari.

Anche se, dunque, la richiesta complessiva d'acqua prevista rimarrà per molti anni a venire molto al di sotto della quantità totale potenzialmente disponibile, questo surplus globale è una consolazione ben magra per quei paesi e per quelle regioni che si trovano davanti a una cronica carenza d'acqua. Per tali zone sono possibili solo due strategie: aumentare le disponibilità investendo in dighe e in altri sistemi per il controllo del ciclo idrologico, e gestire la domanda in modo che l'acqua disponibile venga destinata ai bisogni più urgenti e utilizzata secondo criteri di rendimento ottimali. Entrambi i modi di affrontare il problema possono essere necessari ma, con il costo crescente dei capitali di investimento, in particolare nei paesi in via di sviluppo, il secondo sta diventando il più interessante.

Energia

Per far fronte all'aumento di domanda mondiale di energia legato allo sviluppo dei paesi più poveri, questi vanno messi in grado di disporre di infrastrutture tecnologiche adeguate

di Wolfgang Sassin

Per l'economia mondiale è iniziata una nuova era nel 1973 quando l'organizzazione dei paesi esportatori di petrolio (OPEC) annunciò il primo di una serie di bruschi aumenti del prezzo del greggio venduto sul mercato mondiale. L'improvvisa e generale presa di coscienza che le risorse terrestri di combustibile liquido non sono illimitate, consapevolezza determinata in larga misura dal comportamento dell'OPEC, ha portato la maggior parte dei paesi importatori di petrolio - tanto quelli sviluppati quanto quelli a un minor grado di sviluppo - in uno stato continuo di tensione e di incertezza che si riassume nelle parole «crisi energetica». Non è possibile prevedere con certezza quanto durerà questa fase di transizione a una prospettiva energetica mondiale più stabile, o quale sarà esattamente il suo esito. È chiara, invece, la necessità, ora più che mai urgente, di dare una nuova valutazione al ruolo del consumo di energia sia come causa prima sia come indicatore chiave dello sviluppo economico.

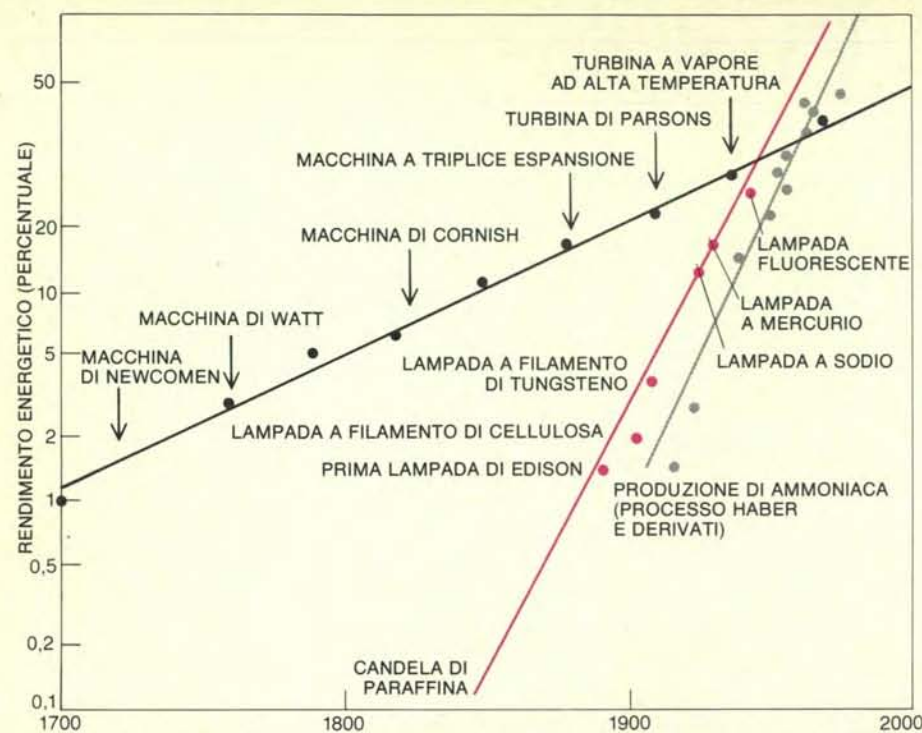
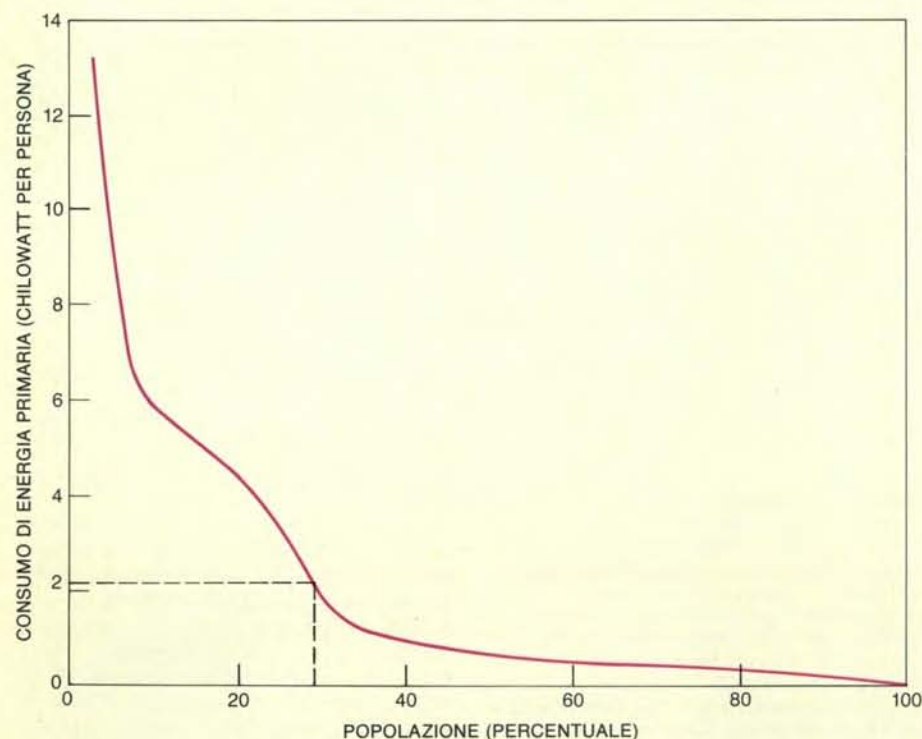
Negli ultimi sei anni i miei colleghi e io dell'Energy Systems Program dell'International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), di Laxenburg in Austria, abbiamo per l'appunto operato questa rivalutazione, allo scopo di proiettare una gamma di possibili tendenze future a proposito dell'offerta e della domanda di energia. In questo articolo mi baserò in gran parte sui risultati ottenuti in questo studio tutt'ora in corso.

Dall'inizio della Rivoluzione Industriale, ossia per lo meno dall'invenzione della macchina a vapore fatta da James Watt negli anni sessanta del XVIII secolo, la conservazione dell'energia è stata parte integrante della strategia dello sviluppo. Varie linee di progresso tecnologico - dall'invenzione di dispositivi meccanici allo sviluppo di processi chimici industriali - sono caratterizzate da un costante miglioramento nelle prestazioni, misurato in termini di rendimento energetico (*si veda l'illustrazione in alto alla pagina successiva*). Il successo della fondamentale dottrina ingegneristica di «fare di più con meno» ha dato origine alla proliferazione di «schiavi meccanici», macchine capaci di sostituirsi al lavoro dell'uomo e degli animali, e il cibo di queste macchine è l'energia.

Nei decenni successivi alla seconda guerra mondiale, l'accelerazione della tecnologia moderna, alimentata da un'offerta apparentemente illimitata di petrolio poco costoso, è stata molto rapida nei paesi già industrializzati del blocco capitalista e del blocco comunista (rispettivamente il «primo mondo» e il «secondo mondo»). Recentemente, la tendenza verso un rendimento energetico ancora maggiore e, quindi, verso maggiori possibilità di impieghi di energia economicamente convenienti, è salita ulteriormente in questi paesi per l'affermarsi di sistemi automatizzati di gestione dell'informazione che aiutano a controllare il lavoro effettuato dalle macchine. Questo stato di cose porta a un mondo in cui la distribuzione dei consumi energetici presenta forti disparità.

Nel 1975 il tasso medio mondiale di consumo energetico era approssimativamente di due chilowatt-anno per persona per anno, o, in termini più semplici, di due chilowatt di energia quasi continua per persona. L'americano medio, però, consumava circa 11 chilowatt, mentre l'abitante medio del Terzo Mondo consumava meno di un chilowatt. (L'europeo medio consumava circa cinque chilowatt.) Poiché esiste una correlazione indiscussa tra l'*input* di energia nell'economia di una nazione e il suo *output* economico, misurato per esempio in dollari, un grafico che illustri la distribuzione mondiale dei consumi energetici serve anche a fornire con buona approssimazione lo spettro delle attività economiche (*si veda l'illustrazione in basso alla pagina successiva*).

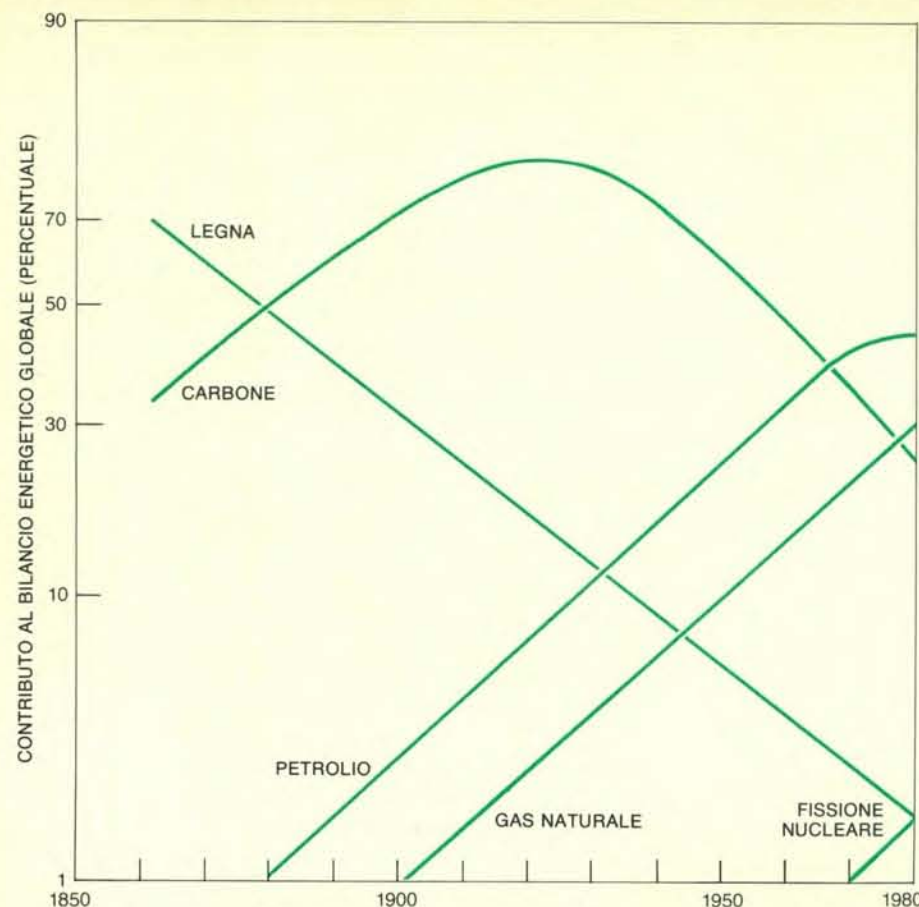
Non vi è alcun dubbio sul fatto che l'ulteriore diffusione della tecnologia moderna alle aree meno sviluppate del mondo farà aumentare di molto la domanda di energia, con il conseguente aggravio della crisi energetica. Le sole vere incertezze riguardano il tasso e l'entità finale della crescita della domanda di energia e le risorse energetiche chiamate a farvi fronte. Per analizzare, in queste circostanze, la futura evoluzione potenziale dell'equilibrio energetico globale, l'Energy Systems Program dell'IIASA ha cercato prima di tutto di quantificare il maggior numero possibile di variabili che hanno peso su questo tema di vitale importanza.

Il bacino Tsaidam, un bacino sedimentario estremamente esteso che occupa gran parte della provincia nordoccidentale di Qinghai nella Cina occidentale, una zona scarsamente popolata, costituisce potenzialmente un enorme serbatoio di risorse energetiche. Formatosi durante il Mesozoico e il Cenozoico, il bacino copre un'area di circa 100 000 chilometri quadrati. L'esplorazione condotta per trovare le prove della presenza nel bacino di giacimenti di combustibili fossili è cominciata a metà degli anni cinquanta e da allora sono stati scoperti e avviati alla produzione diversi campi petroliferi e di gas. Attualmente la perforazione esplorativa è centrata nella parte più occidentale del bacino, la quale comprende l'area visibile nel mosaico Landsat a falsi colori rinforzati della pagina a fronte. L'immagine è stata ottenuta combinando mediante il calcolatore due riprese Landsat consecutive effettuate mentre il satellite si muoveva lungo la sua orbita polare approssimativamente da nord a sud. Il mosaico è stato realizzato dagli scienziati dell'EROS Data Center dell'US Geological Survey i quali stanno collaborando con i ricercatori del Ministero cinese per l'industria petrolifera a un programma congiunto per studiare l'applicabilità del rilevamento a distanza fatto dai satelliti all'esplorazione petrolifera. I membri del gruppo statunitense che hanno visitato l'anno scorso il posto, arido e continuamente spazzato dal vento, hanno riferito di aver visto numerosi impianti di trivellazione in funzione nell'area proprio a nord e a est del lago vicino al centro dell'immagine, soprattutto nella vicinanza di un affioramento noto ai cinesi come Yushashan (la collina delle sabbie bituminose). Prima dell'avvento della Repubblica Popolare nel 1948, la Cina era un importatore netto di petrolio; oggi la sua industria petrolifera soddisfa la maggior parte del fabbisogno nazionale e destina modeste eccedenze all'esportazione.

L'aumento di rendimento energetico caratterizza tre diverse linee di progresso tecnologico: il miglioramento nelle prestazioni di varie macchine a vapore *(linea in nero)*; lo sviluppo di forme di illuminazione migliori *(linea in colore)*; il perfezionamento dei metodi industriali per la produzione di ammoniaca *(linea in grigio)*. Il rendimento energetico è definito a questo riguardo come il rapporto tra l'output e l'input di energia termodinamicamente «libera» relativamente a un processo di conversione. Quando i rendimenti energetici di ciascuna categoria vengono riportati su una scala logistica, come in questo caso, i punti dei dati giacciono su una linea retta; su una scala lineare le linee formerebbero delle curve a forma di *S* (ossia curve sigmoidi o logistiche).

La distribuzione mondiale dei consumi energetici varia ampiamente, come si vede da questo grafico che si riferisce al 1975. La quantità totale di energia primaria commercialmente prodotta quell'anno è stata dell'ordine di 8,2 terawatt (bilioni di watt) e la popolazione mondiale era di circa quattro miliardi. Il tasso medio di consumo di energia era quindi di circa 2,1 chilowatt per persona *(linee tratteggiate)*. Il cinque per cento della fascia superiore della popolazione mondiale aveva un consumo medio di energia superiore a 20 chilowatt per persona, mentre il 50 per cento della fascia inferiore aveva un consumo medio inferiore a un chilowatt. Un consumo energetico di un chilowatt corrisponde alla combustione di circa una tonnellata di carbone per persona all'anno.

La quantificazione è un'operazione complicata da numerosi fattori, tra i quali la difficoltà di determinare il rendimento energetico dello stock di capitali produttivi (come gli economisti sogliono indicare le macchine) di una nazione. Normalmente si sommano i valori termici teorici delle varie forme di energia che entrano in un'economia e, quindi, si confronta questo input primario con il previsto output degli stock di capitali produttivi. Forme alternative di energia primaria possono però differire ampiamente per quanto riguarda la loro utilizzazione effettiva. Alcune possono essere trasportate, immagazzinate e convertite facilmente; altre, no. Questi vincoli possono comportare perdite significative, dato che parte dell'energia originaria va reinvestita per elevare la qualità della forma di energia finale. Il successo di una qualsiasi industria energetica dipende in ultima analisi dalla sua capacità di produrre forme di energia finale allettanti in termini sia di basso costo e sia, di norma, di basse perdite di energia primaria.

A questo fine, nei paesi sviluppati le industrie energetiche affermate hanno sfruttato nel corso degli anni forme di energia primaria sempre più versatili, ossia forme di energia che richiedono minori miglioramenti produttivi. I paesi industrializzati sono così passati progressivamente dalla legna al carbone, poi al petrolio, al gas naturale e all'uranio. Questa forte tendenza verso un rendimento energetico globale maggiore è visibile nella registrazione storica delle quote relative delle principali forme di energia primaria che entrano nel bilancio energetico globale *(si veda l'illustrazione della pagina 66)*. Il passaggio dalle abbondanti risorse di carbone alle risorse meno abbondanti, ma a maggior rendimento, di petrolio e gas naturale ha portato a guadagni economici eccedenti i costi richiesti dalla realizzazione di sistemi mondiali di distribuzione del petrolio e del gas. È cruciale, per il futuro, sapere se questa strategia tradizionale di minimizzazione dei costi continuerà a servire il bene comune.

La ricerca condotta dall'IIASA ha messo a fuoco gli aspetti del problema energetico nel medio termine (fino al 2000) e nel lungo termine (fino al 2030) e le interazioni tra l'energia e le altre componenti dell'economia. Uno degli obiettivi più importanti della ricerca è stato quello di analizzare le possibilità di un'estensione dell'offerta di energia che renda disponibili maggiori quantità di petrolio, gas, carbone, combustibile nucleare e altre forme di energia, comprese quelle nuove. Una tale impresa sarebbe però priva di senso se non si valutasse simultaneamente la domanda futura di energia, ossia l'elemento che determina qualsiasi espansione dell'offerta.

Il nostro metodo si basa sull'assunto che il mondo sia animato da spirito di collaborazione e sia libero da grandi guerre o da grossi sconvolgimenti sociali. Questo assunto è a sua volta la condizione per altri assunti operativi: la garanzia per

La sostituzione di forme di energia primaria ha proceduto storicamente nella direzione di un maggior rendimento energetico complessivo. In realtà questa tendenza si è manifestata con il passaggio a forme di energia primaria più versatili, cioè forme che richiedono meno miglioramenti per fornire forme di energia finale. In questo grafico che si riferisce alla sostituzione di forme di energia primaria negli Stati Uniti, le curve in colore rappresentano le medie dei dati storici. I dati sono poi riportati su una scala logistica, la quale rappresenta le funzioni logistiche come linee rette.

tutte le nazioni di avere libero accesso alle risorse energetiche mondiali, la disponibilità per tutti di mezzi efficienti per la produzione e la conversione di energia, l'adozione generale di tecnologie di consumo efficienti dal punto di vista energetico. È inutile dire che questa potrebbe anche non essere la via per il futuro; tuttavia le quantificazioni basate su tali presupposti servono a uno scopo utile: stabiliscono infatti lo sforzo tecnologico ed economico minimo richiesto per equilibrare l'offerta e la domanda di energia.

L'evoluzione potenziale dell'equilibrio energetico mondiale è analizzata dallo IIASA in forma di sceneggiature, le quali non sono semplici estrapolazioni delle tendenze passate. Contengono infatti un elemento di giudizio, finché non siano state risolte le incoerenze derivanti da tendenze in conflitto tra loro. Se le sceneggiature vengono accuratamente costruite, possono costituire un mezzo efficace per descrivere potenziali futuri. Non si tratta di mere previsioni, perché tengono conto di aspirazioni sentite e di aspettative realistiche. I risultati illustrati nel seguito dell'articolo si riferiscono al quadro del futuro equilibrio energetico mondiale che emerge dalle sceneggiature IIASA.

La transizione da una popolazione mondiale stabile di circa un miliardo di persone, come si aveva nel 1800, a una popolazione di circa 10 miliardi è già in corso da tempo. In base a una stima conservativa, la popolazione mondiale andrà incontro a un raddoppio, ossia passerà da 4 a 8 miliardi, entro i prossimi 50 anni. Mentre la crescita della domanda di energia avutasi nel periodo immediatamente successivo alla seconda guerra mondiale ebbe origine soprattutto a causa dello sviluppo industriale dei paesi dell'emisfero settentrionale, dove la popolazione era già pressoché stabile, la domanda futura di energia sarà determinata soprattutto dalla crescita demografica dei paesi dell'emisfero meridionale. Allo scopo di prendere in considerazione le grandi differenze esistenti nei vari paesi a proposito di livello di sviluppo economico, di dinamica demografica, di risorse energetiche e di altri fattori pertinenti, lo IIASA ha diviso il mondo in sette grandi regioni *(si veda l'illustrazione della pagina a fronte)*. Un complesso insieme di modelli elaborati al calcolatore serve per proiettare lo sviluppo economico e tecnologico di ognuna di queste regioni.

Ci si è resi conto ben presto che una semplice estrapolazione delle tendenze affermatesi nel periodo compreso tra il 1950 e il 1975 porterebbe a una divergenza crescente tra offerta e domanda complessive di energia. Solo postulando una riduzione considerevole nel tasso proiettato di crescita economica di tutte le regioni e un corrispondente brusco aumento nell'offerta globale di energia - sia in termini di riserve stimate sia in termini di capacità produttive - è stato possibile portare i totali relativi alla futura offerta e alla futura domanda a un ragionevole equilibrio. In vista delle incertezze che comporta una duplice «soluzione» di questo genere al problema energetico mondiale, sono state elaborate due sceneggiature, una a crescita bassa e una a crescita alta, le quali sono state successivamente applicate a ciascuna delle sette grandi regioni.

Entrambe le sceneggiature IIASA implicano una brusca rottura con le tendenze economiche del passato. In particolare, la sceneggiatura a crescita bassa considera tassi di sviluppo economico molto più bassi di quelli del periodo 1950-1975. Anche se il tasso di crescita proiettato in questa sceneggiatura è generalmente più elevato nelle regioni in via di sviluppo che non nelle regioni sviluppate, non è tuttavia ancora abbastanza elevato per consentire, nella maggior parte dei paesi in via di sviluppo, la realizzazione di una adeguata infrastruttura tecnologica per parecchi decenni a venire.

Oltre alle modeste proiezioni economiche, queste sceneggiature incorporano stime ottimistiche sulle potenzialità della conservazione dell'energia e riflettono le tendenze attuali verso un aumento del contributo dato dal settore economico dei servizi al prodotto nazionale lordo, verso un miglioramento sostanziale del rendimento energetico in tutti i settori e verso prossimi effetti di «saturazione» in certe attività ad alto consumo energetico, come i trasporti. Questo metodo ci ha messo in grado di ottenere proiezioni molto particolareggiate - e rappresentative di diversi modi di vita e di condizioni tecnologiche - della domanda specifica di energia necessaria per un dato valore di output economico, misurato in funzione del livello di attività economica raggiunto in una data regione *(si veda l'illustrazione a pagina 70)*. Se si considera l'industrializzazione rudimentale raggiunta finora nei paesi in via di sviluppo, appare evidente che nei prossimi decenni sarà più difficile per questi paesi limitare la crescita della loro tecnologia ad alto consumo energetico che non per i paesi sviluppati ridurre la loro.

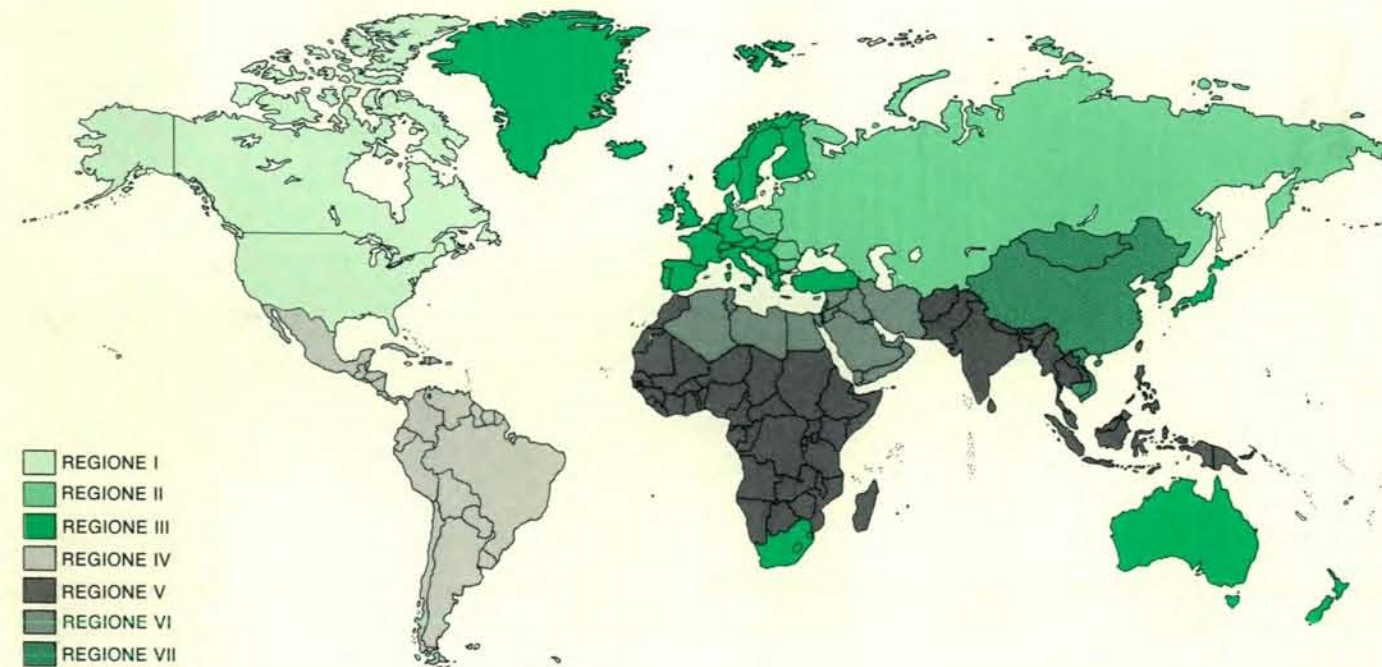
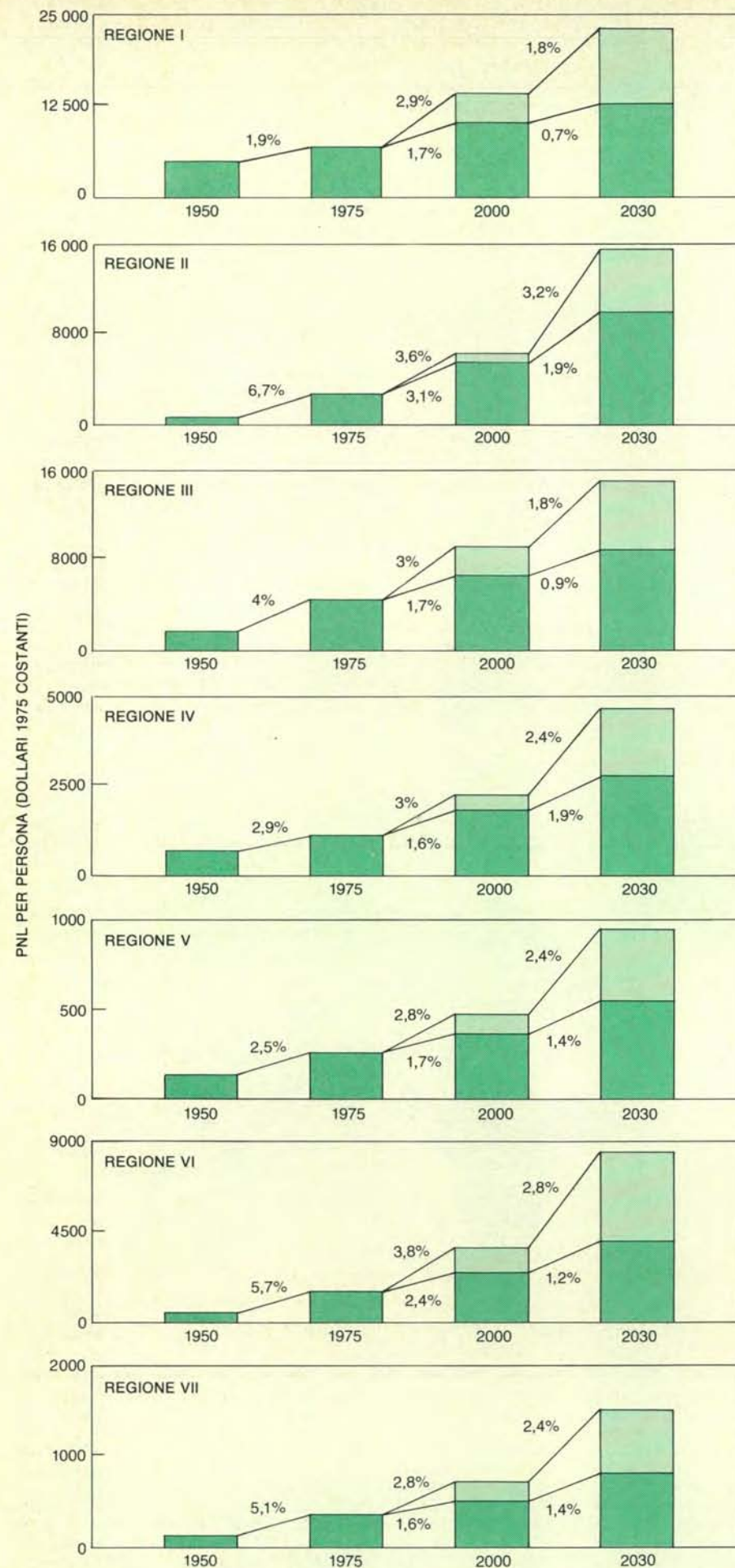
Nelle sceneggiature IIASA, a fianco dello sforzo fatto per ridurre l'entità della domanda di energia, si è cercato di aumentare le stime relative alla potenziale offerta futura di energia. L'aumento sempre crescente del prezzo del greggio, la forma di energia primaria attualmente in testa nella scala mondiale dei prezzi, fa sì che entrino sul mercato risorse energetiche che in precedenza non potevano essere considerate competitive da un punto di vista economico. Nel nostro studio, le risorse potenzialmente recuperabili di carbone, petrolio, gas naturale e uranio sono ordinate in funzione dei costi crescenti di produzione *(si veda l'illustrazione in alto a pagina 72)*. I valori totali che si ottengono in questo modo sono più elevati delle riserve «provate» ritenute ora economicamente convenienti, tuttavia rappresentano una ragionevole speranza; suggeriscono, infatti, che con l'appoggio di una vasta attività esplorativa e di tecnologie produttive avanzate (sia già disponibili sia ancora da mettere a punto) verso il 2030 le riserve attuali mondiali di energia potrebbero essere triplicate.

Sulla base di questi calcoli, le riserve di combustibile fossile ammonterebbero in quel periodo all'equivalente energetico di 3000 terawatt-anno con costi di produzione pari o al di sotto dei prezzi di mercato attuali. (Un terawatt-anno è l'unità standard di energia adottata negli studi IIASA ed è 10^{12}, ossia un bilione di watt forniti o consumati in un anno.) Divisa per la domanda globale di energia, ossia circa 30 terawatt-anno per anno, che è quanto stimiamo sia il tasso annuale di consumo di energia nel 2030, si osserva che questa proiezione rappresenta una riserva di energia con un tempo di esaurimento di circa un secolo. È essenziale, tuttavia, che queste stime ottimistiche delle risorse vengano interpretate nel contesto esatto.

In primo luogo, la valutazione economica delle risorse energetiche (basata, per esempio, sul rapporto prezzo/costo) in un processo che si evolve verso offerte di energia a costi sempre più bassi non può applicarsi alla lotta sempre più aspra di costi che il mondo dovrà affrontare negli anni futuri. In secondo luogo, il valore di 3000 terawatt-anno di petrolio, gas e carbone della nostra proiezione sarà qualitativamente diverso dalle riserve associate attualmente a queste forme di energia. L'aumento nei costi di produzione che si riscontra passando da una categoria di risorsa a un'altra dipende da importanti mutamenti che limitano ulteriormente la vantaggiosità di tali risorse energetiche. Per esempio, il petrolio che lo studio IIASA pone nella Categoria 3 dei costi di produzione è costituito per la maggior parte da sabbie e scisti bituminosi, due risorse sfruttabili soltanto con sistemi di estrazione mineraria o di distillazione e non con la consueta perforazione. I costi di trasporto e di raffinazione di un barile di petrolio prodotto in questo modo saranno notevolmente più alti di quelli di un barile di greggio leggero proveniente attualmente dall'Arabia Saudita. Vanno inoltre prese immediatamente in considerazione le limitazioni imposte dall'ambiente, se queste risorse devono essere recuperate e trattate non in aree desertiche ma nelle vicinanze delle aree consumatrici, che sono in genere densamente popolate.

In breve, lo sfruttamento di una gran parte delle risorse proiettate nei modelli IIASA implica una fase difficoltosa di transizione, non solo da combustibili poco costosi a combustibili più costosi, ma anche da combustibili fossili relativamente puliti e facili da trattare a combustibili sporchi e meno versatili. Una transizione di questo tipo richiederà importanti adattamenti dell'economia mondiale anche al di fuori del settore energetico in senso stretto, e ciò richiederà molto tempo.

Ciò che vale per i sistemi di potenza alimentati da combustibili fossili, vale a maggior ragione per altri sistemi energetici più avanzati come i reattori a fissione autofertilizzanti, i generatori a energia solare e i reattori a fusione. Poiché in questi sistemi le risorse di combustibile sono in realtà illimitate la «base» delle risorse non influenza i livelli di sfruttamento ottenibili. Si possono considerare queste risorse energetiche «infinite» alla stregua del capitale impiegato per sfruttare le risorse naturali finite nei sistemi alimentati da combustibili fossili. Il tasso, quindi, a cui un'economia può permettersi di espandere il suo stock di capitali fissi per la produzione di energia, determinerà il prezzo di queste risorse energetiche quasi permanenti e, di conseguenza, la quota potenziale che avranno nel mercato energetico mondiale.

Non si può, però, ancora determinare in maniera soddisfacente questo prezzo.

Nelle sceneggiature costruite dall'autore e dai suoi colleghi dell'Energy Systems Program dell'International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) il mondo è diviso in sette regioni principali a seconda della situazione energetica. Le regioni sono state scelte soprattutto sulla base di fattori economici e non per la vicinanza geografica. La Regione I, l'America settentrionale, ha un'economia di mercato fortemente sviluppata ed è relativamente ricca di risorse energetiche. La Regione II, URSS e il resto dell'Europa orientale, è caratterizzata da un'economia a pianificazione centralizzata ed è pure abbastanza ricca di risorse energetiche. La Regione III, un'area estesa composta da Europa occidentale, Giappone, Australia, Nuova Zelanda, Sud Africa e Israele, è molto sviluppata economicamente, ma piuttosto povera di risorse energetiche. La Regione IV, l'America Latina, è in via di sviluppo e particolarmente ricca di risorse energetiche. La Regione V, che comprende Africa centrale, Asia meridionale e parti dell'Asia sudorientale, è tipicamente costituita dai paesi meno sviluppati e poveri di risorse energetiche. La Regione VI include i paesi in via di sviluppo ricchi di petrolio del Medio Oriente e dell'Africa settentrionale. La Regione VII, ossia la Cina e altre economie asiatiche a pianificazione centralizzata, è un'area poco sviluppata ma autosufficiente dal punto di vista energetico. Le sette regione IIASA non vanno confuse con altri raggruppamenti di cui si parla in altri articoli di questo stesso fascicolo.

Presumibilmente i benefici che deriverebbero a un'economia nazionale dall'acquisizione di una fonte di energia quasi permanente servirebbero a controbilanciare gli investimenti di capitale che dovrebbero essere distratti dalla produttività nazionale. Vi è comunque una notevole analogia tra le ambiguità inerenti alla determinazione di un prezzo «equo» per risorse fossili scarse e le ambiguità inerenti alla determinazione del prezzo per una risorsa «infinita» di energia come i reattori autofertilizzanti o i generatori a energia solare.

In mancanza di stime di prezzi sul lungo termine, una proiezione dell'equilibrio tra offerta e domanda di energia deve basarsi su considerazioni di costo e su altri vincoli. Nell'analisi IIASA questi vincoli sono stati imposti da un insieme di requisiti energetici finali che dovrebbero venir soddisfatti dal settore economico dell'offerta di energia; altri vincoli possibili sono i tassi massimi di «schieramento» di nuove tecnologie energetiche e le limitazioni imposte dall'esaurirsi di certe categorie di risorse.

Tenendo conto di questi vincoli, sono state costruite, relativamente all'offerta di energia primaria, sceneggiature che corrispondono a quelle relative allo sviluppo economico a crescita alta e a crescita bassa di cui abbiamo parlato sopra. Le quote relative di risorse di energia primaria potrebbero quindi essere calcolate per la sceneggiatura a crescita alta in funzione, per esempio, del tempo, considerando globalmente i calcoli fatti separatamente per ciascuna delle sette grandi regioni IIASA. Sebbene gli schemi di schieramento di energia primaria siano in certa misura diversi a livello regionale per la sceneggiatura a crescita bassa, si è potuto osservare che la struttura complessiva dell'offerta per il mondo intero è praticamente la stessa della sceneggiatura a crescita alta.

I valori proiettati per la sceneggiatura a crescita alta mostrano che nell'arco dei 50 anni considerati nello studio IIASA il gas naturale si manterrà alla quota attuale di circa il 20 per cento del mercato energetico mondiale, mentre il petrolio diminuirà gradatamente passando dal 40 per cento

In questa sequenza di istogrammi è rappresentata per ciascuna delle sette regioni IIASA la proiezione di una crescita economica modesta in entrambe le sceneggiature, quella a crescita alta e quella a crescita bassa. Le percentuali indicate sulle linee di collegamento indicano i tassi storici e quelli proiettati di crescita economica per ciascuna regione in termini di aumento annuo di prodotto nazionale lordo per persona in quella regione, in tre diversi intervalli di tempo compresi tra il 1950 e il 2030. Tutti i valori indicati sono tassi medi annui di crescita (arrotondati al primo decimale) calcolati sull'intervallo in questione. (Le proiezioni effettive effettuate dallo IIASA per le due sceneggiature supponevano tassi di crescita decrescenti.) Le parti degli istogrammi in colore chiaro mostrano la differenza tra la sceneggiatura a crescita alta e quella a crescita bassa.

del 1980 al 20 per cento nel 2030. Per compensare questa diminuzione e, cosa altrettanto importante, per far fronte alla domanda di forme liquide di energia secondaria, dovrà essere convertito in combustibili sintetici un quantitativo crescente di carbone. La distrazione di questa notevole quantità di carbone dalla produzione di energia elettrica dovrà essere a sua volta in parte compensata da un maggior ricorso all'energia nucleare per la produzione di elettricità. Dal 2000 in avanti saranno i reattori autofertilizzanti a occupare una quota sempre crescente del mercato mondiale di offerta di energia, dato che anche le risorse di uranio naturale sono limitate. Le fonti rinnovabili di energia, l'energia idroelettrica e l'energia geotermica costituiranno globalmente una quota quasi costante del mercato leggermente inferiore al 10 per cento dell'offerta totale di energia, stima questa che implica un aumento sostanziale nei livelli assoluti di produzione di tutte queste categorie di offerta di minore importanza. Dall'anno base dello studio IIASA (1975) al 2030 la proiezione del tasso di consumo totale di energia primaria passa da 8,2 terawatt-anno per anno a 36 terawatt-anno per anno nella sceneggiatura a crescita alta e a 22 terawatt-anno per anno nel caso della sceneggiatura a crescita bassa.

L'entità delle realizzazioni industriali ipotizzate come conseguibili nelle due sceneggiature di offerta di energia può essere valutata mettendo a confronto i tassi attuali e futuri di schieramento delle varie fonti di energia primaria *(si veda l'illustrazione in basso della pagina 72).* Nel caso della crescita alta la produzione di petrolio dovrebbe raddoppiare nel 2030 e quella di carbone dovrebbe quintuplicarsi. Anche nella sceneggiatura a crescita bassa la sfida cui dovranno far fronte le industrie produttrici di energia appare ardua.

Il conflitto che si riscontra nelle due sceneggiature IIASA tra le cifre colossali relative al consumo di energia e le modeste prospettive di sviluppo economico è sintomatico del problema energetico globale sul lungo termine. Per considerare in prospettiva le tendenze attuali e le sfide future del mercato energetico sarà utile ricordare a questo punto alcune condizioni di più fine dettaglio che stanno alla base delle sceneggiature IIASA. (1) Le risorse energetiche destinate al consumo all'interno di ciascuna regione IIASA dovranno essere disponibili al prezzo dei costi di produzione. A eccezione del petrolio, questa regola sarà applicata anche alle esportazioni in altri paesi. (2) La produzione di petrolio nella Regione VI (Medio Oriente e Africa settentrionale) raggiungerà un tetto di 33 milioni di barili al giorno. Inoltre la Regione II (URSS e paesi alleati dell'Europa orientale) e la Regione VII (Cina e altre economie asiatiche a pianificazione centralizzata) non parteciperanno al commercio petrolifero tra regioni. (3) Ognuna delle sette grandi regioni del mondo realizzerà un proprio sistema di offerta di energia, basato sulla minimizzazione dei costi, per far fronte alle domande regionali di energia finale. (4) Ciascuna regione si farà inoltre carico di passare a una infrastruttura energetica più costosa quando sarà il momento.

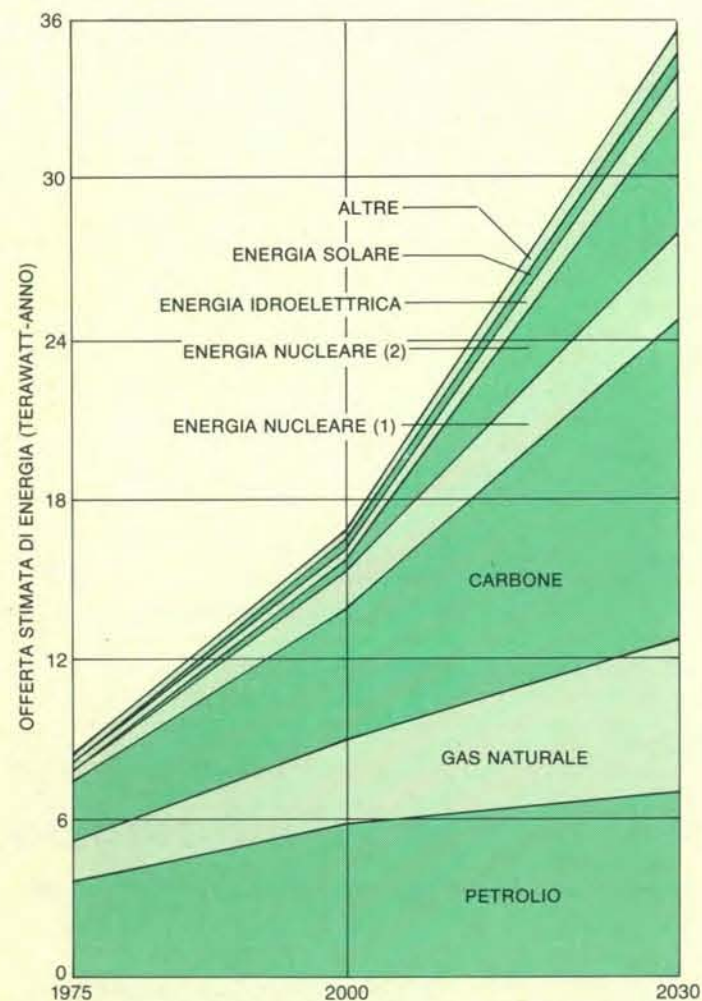
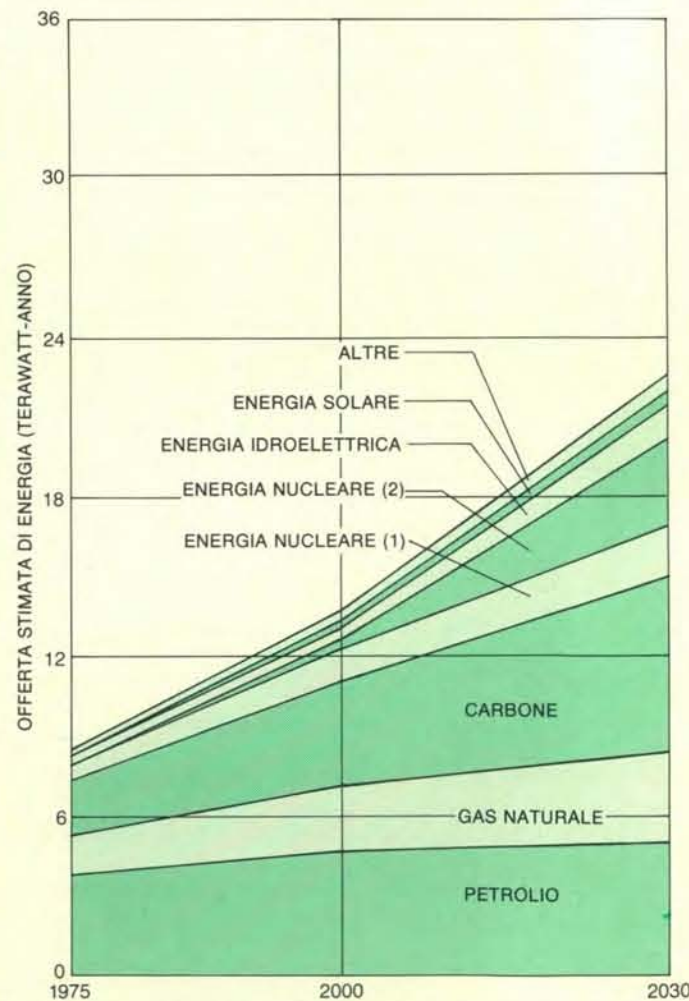
Insieme a varie altre clausole metodologiche, queste quattro condizioni ci mettono in grado di proiettare una soluzione possibile, anche se non del tutto soddisfacente, del problema energetico mondiale. Le risorse meno costose di energia sarebbero usate gradatamente e nessuna regione sarebbe costretta a pagare costi energetici eccezionalmente alti molto in anticipo sulle altre. Se si eccettua il commercio del petrolio che ha origine nel Medio Oriente e nell'Africa settentrionale, un mondo concepito in tal modo si asterrebbe dall'usare l'energia come una leva per la ridistribuzione della produttività economica generale.

Nella sceneggiatura IIASA a crescita bassa relativa alla domanda di energia, la domanda specifica di energia finale necessaria per produrre una data unità di output economico è stata proiettata in funzione del livello medio di attività economica raggiunto in sei delle sette regioni dello studio. I pallini rappresentano i dati storici relativi agli anni 1950, 1960, 1970 e 1975; i cerchietti vuoti rappresentano i valori proiettati per il 1985, il 2000, il 2015 e il 2030. Il grafico suggerisce che nei prossimi decenni sarà più difficile per i paesi in via di sviluppo limitare la loro crescita, per quanto riguarda la tecnologia ad alto consumo energetico, che non per i paesi sviluppati ridurre la loro.

Sia la sceneggiatura a crescita alta sia quella a crescita bassa sono proposte di possibili processi evolutivi a lungo termine e come tali implicano, per i prossimi cinquant'anni, vari provvedimenti e risultati sia tecnici che istituzionali. Quali sono i posti di blocco da superare affinché queste sceneggiature evolutive globali si realizzino?

Un problema particolarmente difficile che si presenta nel generale rompicapo dell'energia è quello di assicurare un'offerta adeguata di combustibili liquidi fin verso il 2000. Dalla nostra analisi si vede come, se non si considerano le economie a pianificazione centralizzata (le quali non necessitano di entrare nel già conteso mercato internazionale del petrolio dato che dispongono di riserve proprie relativamente abbondanti), il mondo continuerà per un certo periodo a dipendere dalle esportazioni di petrolio del Medio Oriente e dell'Africa settentrionale. Al di fuori di questa regione, entreranno tra breve sul mercato nuove riserve provenienti da campi sia provati sia non provati, compresi quelli in aree marine profonde e in aree polari. Gli ingenti valori relativi a queste fonti proiettati per il 1990 presuppongono un notevole impegno per la loro esplorazione e il successivo sfruttamento. È discutibile se un passo in tal senso verrà veramente compiuto; di conseguenza sembra più che mai importante prepararsi per tempo alla produzione su larga scala di petrolio estratto, a partire dal 1990, da fonti non convenzionali. Sostanziali deficit di petrolio, prodotto sia con mezzi convenzionali sia con mezzi non convenzionali, rispetto ai valori proiettati nella sceneggiatura IIASA a crescita alta renderebbero necessario il ricorso alla liquefazione del carbone su scala globalmente significativa prima del 2000. Fatta eccezione per un ritardo di 10 anni nel ricorso ai combustibili sintetici liquidi ottenuti dal carbone, la sceneggiatura a crescita bassa considera un deficit di petrolio quasi identico a quello previsto dalla sceneggiatura a crescita alta.

Il problema del combustibile liquido nel breve e nel medio termine rappresenta una sfida per la tecnologia, ma c'è un

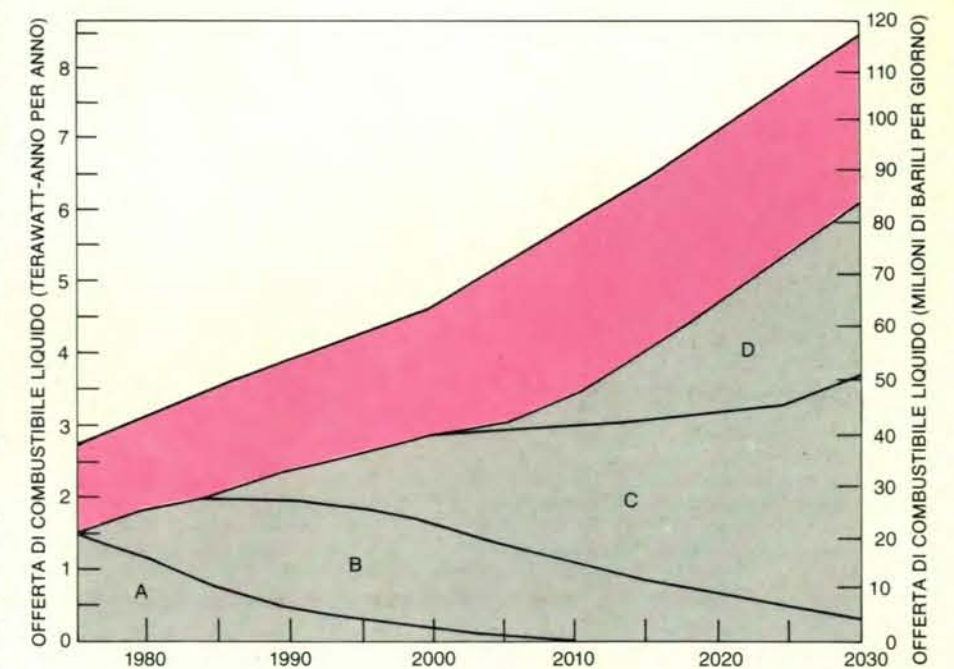
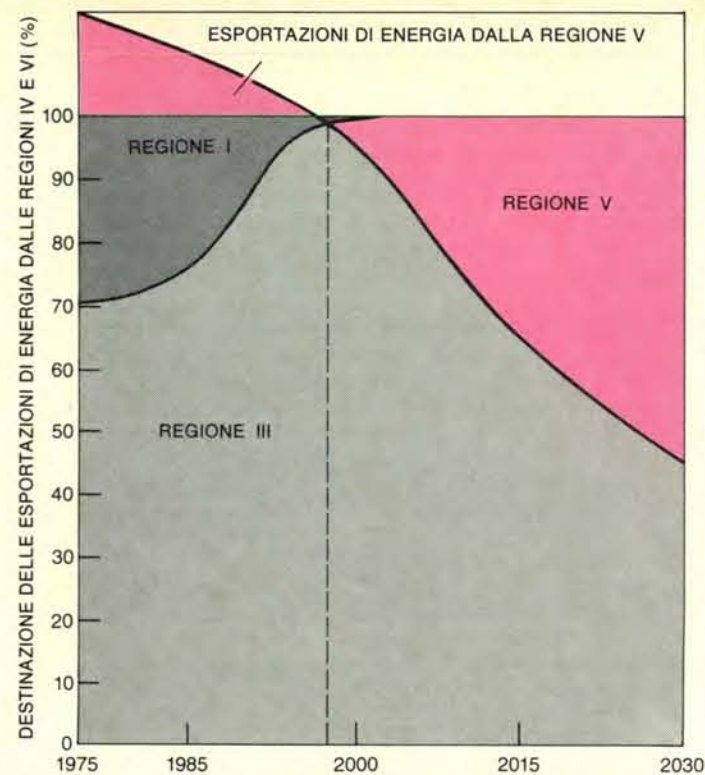
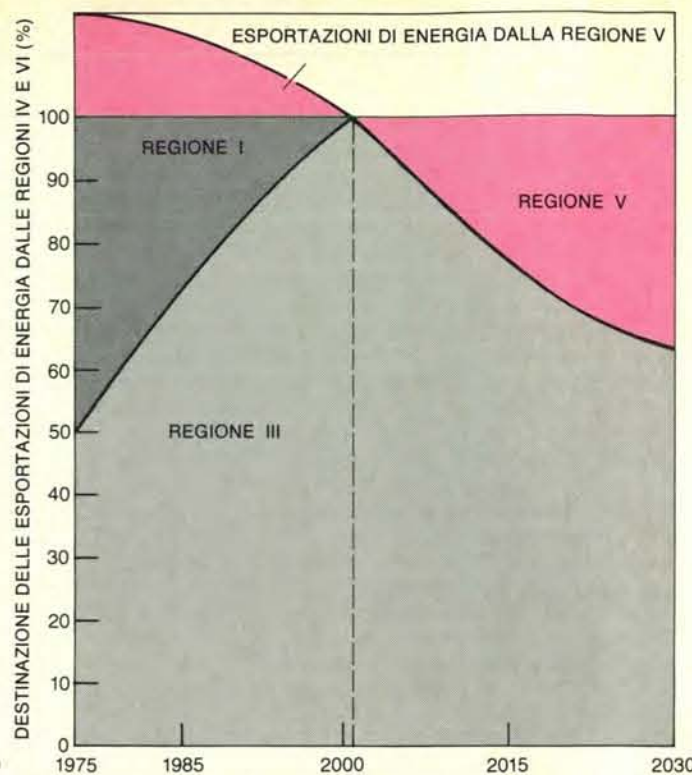
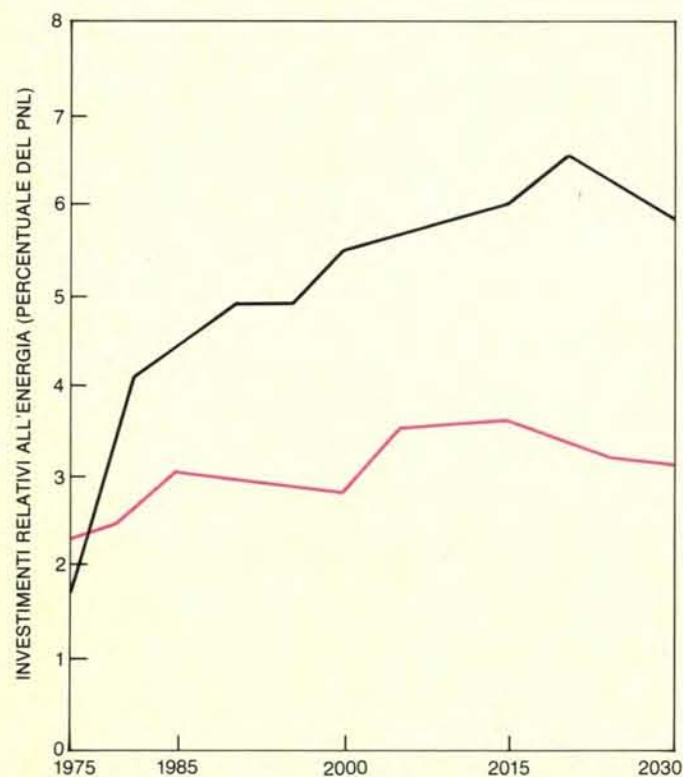
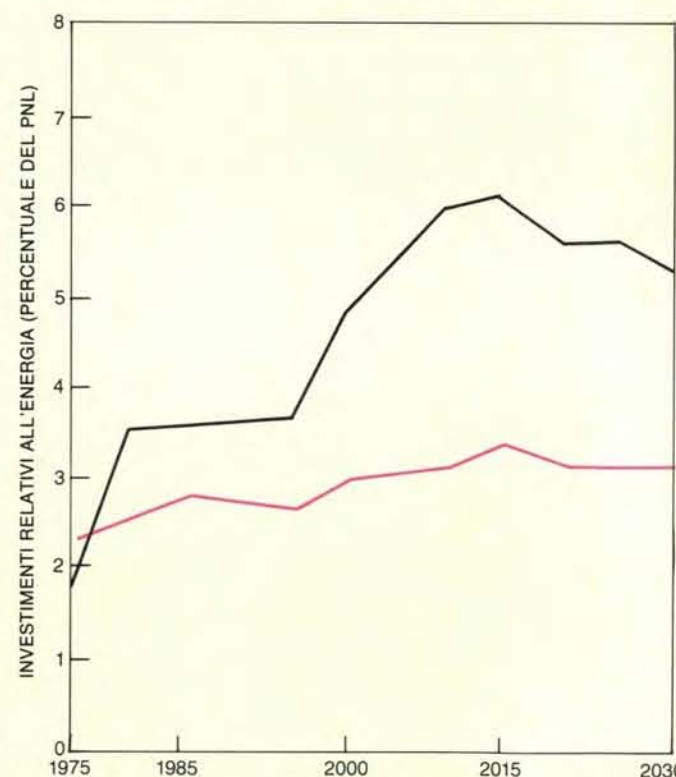
Le risorse di combustibili fossili giudicate recuperabili in ciascuna delle sette regioni considerate nelle sceneggiature IIASA sono suddivise per categorie secondo i costi crescenti di produzione. Le categorie di costo rappresentano stime di costi per, o sotto, il volume stabilito di risorse recuperabili (in dollari 1975 costanti). Per i costi di produzione del petrolio e del gas naturale la Categoria 1 include tutte le risorse recuperabili a un prezzo equivalente a 12 dollari per barile di petrolio; la Categoria 2 copre un arco compreso tra 12 e 20 dollari per barile equivalente di petrolio e la Categoria 3 copre un arco da 20 a 25 dollari per barile equivalente di petrolio. Per quanto riguarda il carbone, la Categoria 1 include tutte le risorse recuperabili per o al di sotto di 25 dollari per tonnellata; la Categoria 2 copre l'arco tra 25 e 50 dollari per tonnellata. Nel caso del carbone è stata considerata solo una parte (circa il 15 per cento) delle risorse complessive, dato che le cifre erano già elevate ed esistono molte incertezze a proposito delle risorse di carbone sul lungo termine e sulle tecnologie di produzione. Nessuna stima è stata fatta per le risorse di petrolio recuperabili della Categoria 3 del Medio Oriente e dell'Africa settentrionale (Regione VI).

La proiezione del tasso globale di consumo di varie forme di energia primaria sale dagli 8,2 terawatt-anno per anno dell'anno base dello studio IIASA (1975) ai 36 terawatt-anno per anno del 2030 secondo la sceneggiatura a crescita alta *(a sinistra)* e ai 22 terawatt-anno per anno, sempre nel 2030, secondo la sceneggiatura a crescita bassa *(a destra)*.

In queste proiezioni le fonti di energia nucleare sono divise in reattori a fissione convenzionali *(Nucleare 1)* e reattori a fissione autofertilizzanti avanzati più reattori a fusione *(Nucleare 2)*. Le proiezioni per l'energia solare diretta e altre forme di energia primaria, come la conversione di biomassa, sono considerate dagli analisti IIASA in maniera ottimistica.

aspetto del problema ancora più pressante, collegato strettamente allo spostamento delle relazioni commerciali energetiche che necessariamente avrà luogo verso il 2000 tra regioni sviluppate e regioni in via di sviluppo oltre che nel loro interno *(si veda l'illustrazione in alto a pagina 74)*. A quel tempo saranno stati raggiunti due importanti punti di svolta. In primo luogo, le tre più importanti regioni in via di sviluppo che ora sono esportatori netti di petrolio, saranno divise in due sottocategorie: due regioni continueranno a essere esportatori netti, ossia la Regione VI (Medio Oriente e Africa settentrionale) e la Regione IV (America Latina), mentre la Regione V (Africa centrale, Asia meridionale e parti dell'Asia sudorientale) diventerà bruscamente forte importatore di petrolio. In secondo luogo, la competizione per l'acquisto di petrolio tra la Regione I (America settentrionale) e la Regione III (Europa occidentale, Giappone, Australia, Nuova Zelanda, Sud Africa e Israele) sarà seguita da un'analoga competizione tra la Regione III e il gruppo dei paesi in via di sviluppo poveri di energia della Regione V. Se la Regione I non sarà in grado di ridurre le proprie importazioni di petrolio in maniera significativa, la competizione per le importazioni di petrolio tra paesi sviluppati e in via di sviluppo sarà destinata a diventare ancora più aspra dopo il 2000. Quali accordi istituzionali saranno in grado di gestire nel 2000 queste due transizioni relative al mercato dell'energia?

Tutto il peso di questi problemi di stabilità economica legati all'energia sarà avvertito soprattutto nell'Europa occidentale e in Giappone. Nella sceneggiatura a crescita alta, la dipendenza dal petrolio importato dei paesi della Regione III potrebbe essere ridotta aumentando le importazioni di carbone (o di prodotti derivati dal carbone) e di gas naturale. La sceneggiatura a crescita bassa evita questo aumento di importazioni di combustibili fossili, ma come l'altra sceneggiatura spinge la Regione III a estendere la competizione per l'importazione di petrolio in un momento molto cruciale, ossia oltre il 2000, quando il petrolio divenuto allora estremamente costoso dovrà essere diviso con le regioni in via di sviluppo molto più bisognose.

La necessità pressante di ricorrere su larga scala a sostituti del petrolio convenzionale, evidente in entrambe le sceneggiature IIASA, solleva gravi problemi ambientali. Il petrolio estratto dai fondi marini, il petrolio greggio pesante, le sabbie e gli scisti bituminosi andranno tutti intensivamente sfruttati a partire dal 2000 circa. A parte i giacimenti di petrolio in mare aperto e quelli delle zone polari, la maggior parte di questi idrocarburi sono recuperabili in formazioni non sfruttabili con perforazioni e distribuiti in pochi vasti bacini geologici. Nel 2000 questi pochi bacini si troveranno ad avere un ruolo analogo a quello che hanno oggi gli enormi campi petroliferi del Medio Oriente. Nella sceneggiatura IIASA a crescita alta si prevede che questo gruppo di idrocarburi, estraibili tra circa 20 anni, darà un tasso di produzione di energia di un terawatt-anno per anno. La maggior parte di questi combustibili dovrebbe provenire da tre località: le sabbie bituminose di Athabasca nell'Alberta settentrionale, in Canada, i greggi pesanti dell'Orinoco, in Venezuela, e gli scisti bituminosi del Green River, nel Colorado, nell'Utah e nello Wyoming, negli Stati Uniti. Le conseguenze ambientali locali di operazioni del genere di così vasta portata non sono ancora adeguatamente valutabili sulla base dell'esperienza passata e presente.

Quando per schemi alternativi di produzione di combustibili liquidi non convenzionali si calcola il rapporto energetico (ossia l'output energetico utile netto diviso per l'energia investita nella produzione), si trova che, per avere un output dell'ordine di 0,3 o 0,4 terawatt-anno per anno per bacino, si dovrebbe bruciare più di 0,1 terawatt-anno per anno di combustibile fossile di qualità inferiore. Oltre al problema determinato dalla liberazione di enormi quantità di calore di scarto e di inquinanti chimici, si porrebbero grossi problemi a proposito delle disponibilità idriche. A seconda del processo di estrazione, la produzione di alcuni decimi di un terawatt-anno per anno di combustibile liquido sintetico richiederebbe decine di metri cubi di acqua al secondo. Problemi significativi di questo genere si sono già avuti con le torri di raffreddamento umide installate in aree come la valle del Reno e dei suoi affluenti, anche se le richieste d'acqua in questo caso sono molto inferiori, quindi è probabile che considerazioni sull'uso del territorio, l'erosione del suolo e l'inquinamento idrico pongano ulteriori limitazioni allo sfruttamento di queste fonti non convenzionali di petrolio. Le stesse limitazioni comporta la produzione di combustibili liquidi sintetici ottenibili a partire dal carbone, relativamente poco costoso, estratto in miniere a cielo aperto, per esempio, nei vasti bacini carboniferi degli stati settentrionali degli Stati Uniti attraversati dalle Montagne Rocciose e nella regione di Kansk-Achinsk nella Siberia centro-meridionale.

Oltre e al di sopra dei possibili problemi locali e regionali legati allo sfruttamento di queste risorse addizionali di combustibili fossili, entrambe le sceneggiature IIASA fanno prevedere un rischio su scala mondiale che al momento è difficilmente quantificabile. Si tratta del rischio derivante dalla liberazione, sotto forma soprattutto di anidride carbonica, del carbonio contenuto in questi combustibili. Già negli ultimi venti anni si sono riscontrati aumenti significativi nella concentrazione atmosferica di questo composto. Le possibili conseguenze di questo

In questa illustrazione è rappresentata la proiezione dell'offerta mondiale, con l'esclusione delle economie a pianificazione centralizzata (Regione II e Regione VII), di combustibili liquidi secondo la sceneggiatura IIASA a crescita alta. La curva in alto rappresenta la domanda stimata di forme liquide di energia primaria in cinque regioni che si prevede partecipino al mercato internazionale fino al 2030. L'area in grigio comprende vari tipi di combustibili liquidi prodotti fuori dal Medio Oriente e dall'Africa settentrionale (Regione VI); le fonti di combustibile includono riserve note di petrolio convenzionale *(A)*, nuove riserve di petrolio convenzionale *(B)*, forme non convenzionali di petrolio come le sabbie e gli scisti bituminosi, greggi pesanti e altri prodotti ottenuti con tecniche di recupero potenziate *(C)* e combustibili sintetici da liquefazione del carbone *(D)*. Lo scarto tra offerta e domanda è colmato dal petrolio prodotto nella Regione VI *(area in colore)*, che si prevede raggiungerà un output di picco di 33 milioni di barili al giorno nel 2010.

In entrambe le sceneggiature IIASA si prevede che vi sia una brusca transizione nella destinazione delle esportazioni energetiche provenienti dai paesi in via di sviluppo ricchi di risorse della Regione IV (America Latina) e della Regione VI (Medio Oriente e Africa settentrionale) circa alla svolta del secolo. In quel periodo la Regione V (Africa centrale, Asia meridionale e parti dell'Asia sudorientale) diventerà da esportatore netto di energia *(area in colore in alto a sinistra di ciascun grafico)* importatore netto *(area in colore in alto a destra)*. La competizione per l'acquisto di petrolio tra la Regione I (Nord America) e la Regione III (Europa occidentale, Giappone, Australia, Nuova Zelanda, Sud Africa e Israele) sarà presumibilmente seguita dalla competizione tra le Regioni III e V. Se, a questo punto, la Regione I non riesce a ridurre a zero le sue importazioni di petrolio, la competizione tra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo potrebbe diventare più aspra. La transizione avviene nella sceneggiatura a crescita alta *(a sinistra)* poco prima che in quella a crescita bassa *(a destra)*.

Gli investimenti diretti e indiretti necessari a creare i sistemi di offerta di energia nelle regioni in via di sviluppo *(curve in nero)* devono per forza incidere sull'insieme dei prodotti nazionali lordi di queste regioni in maggior misura dei corrispondenti investimenti richiesti nelle regioni sviluppate *(curve in colore)*. Gli investimenti richiesti nella sceneggiatura a crescita alta *(a sinistra)* e in quella a crescita bassa *(a destra)* sono mediati nello studio IIASA per i due tipi di regione, una procedura che tende a minimizzare le grandi quantità di capitali che dovranno essere trasferite per sviluppare i pochi grandi bacini ricchi di combustibili fossili dai quali dipenderà gran parte dell'offerta mondiale futura di energia.

fenomeno sono state valutate nelle due sceneggiature IIASA relative all'offerta di energia primaria sulla base di vari modelli fisici i quali descrivono gli effetti dell'aumento di anidride carbonica atmosferica sul ciclo del carbonio nell'ambiente e sullo scambio di radiazioni che avviene fra la Terra e lo spazio. Non si sa ancora quanto attendibili siano questi modelli, ma i programmi di ricerca e di rilevamento in corso stanno migliorando la base scientifica con cui affrontare il problema globale dell'anidride carbonica.

Vi è infine un altro potenziale limite economico alla futura offerta mondiale di energia, limite dovuto alla distribuzione geografica molto eterogenea di tutte le risorse di combustibile fossile. In entrambe le sceneggiature IIASA una larga frazione dell'insieme dei prodotti nazionali lordi di tutto il mondo deve essere investita per la costruzione di infrastrutture destinate alla produzione di energia. È probabile che si riescano a ottenere in questo settore adeguati tassi di investimento, ma la cosa si presenterà molto difficile per i paesi in via di sviluppo. Fare la media degli investimenti energetici per regione, come abbiamo fatto, tende a nascondere l'aumento che si avrà nei trasferimenti di capitale da un paese all'altro a causa della necessità di sfruttare, per la produzione di combustibili fossili, i pochi, grandi bacini. Entro i prossimi due decenni, lo sfruttamento di uno solo di questi bacini comporterà una spesa non di miliardi, ma di centinaia di miliardi di dollari. È probabile che i problemi associati all'accumulo e al controllo di capitali così ingenti creino complessità di natura fiscale sconosciute finora anche alle maggiori economie del mondo.

È probabile che i paesi in via di sviluppo, a causa della loro difficile situazione, estendano fino al limite massimo possibile lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili. Escludendo l'utilizzazione diretta su larga scala della radiazione solare, che, anche nelle situazioni più favorevoli, rimarrà economicamente inattuabile per i prossimi decenni, le fonti potenziali più vaste di energia rinnovabile sono la legna e i materiali biologici solidi forniti dalla «biomassa». La legna è tuttora largamente usata come combustibile nei paesi in via di sviluppo, dove fa fronte a una frazione significativa dei fabbisogni energetici.

I limiti di queste fonti di energia rinnovabili sono dimostrabili mettendo a confronto le densità di offerta di energia allo stato naturale con la densità esistente o prevista della domanda di energia da parte dell'uomo. La raccolta di questi flussi di energia presenti naturalmente nell'ambiente dà origine a densità specifiche di resa energetica che possono essere espresse in termini di volume di energia per anno per area geografica. Solo nei casi più favorevoli le densità di offerta superano le densità della domanda per quanto riguarda le regioni IIASA nelle due sceneggiature. Già attualmente questo avviene negli insediamenti urbani.

Le sceneggiature IIASA attribuiscono globalmente alle fonti rinnovabili circa il 10 per cento di tutta l'offerta globale proiettata, una percentuale che nel 2030 ammonterebbe a una quantità compresa tra due e quattro terawatt-anno per anno, ossia un arco di valori vicino alle stime massime di resa energetica attribuite alle fonti di risorse limitate presenti nella maggior parte delle regioni in via di sviluppo di tutto il mondo. Di conseguenza si prevede che in Asia, in Africa e in gran parte dell'America Latina si arriverà a un intenso sfruttamento di tutta la biomassa disponibile. Questa prospettiva crea gravi problemi per quanto riguarda la stabilità ecologica, l'erosione del suolo, il fabbisogno idrico e gli effetti climatici complessivi. Spingere l'agricoltura, la produzione di energia da biomassa e la produzione idroelettrica fino al loro limite naturale massimo avrebbe come effetto cumulativo, nei decenni a venire, di portare a una trasformazione radicale dell'aspetto del nostro pianeta. Non si sa quali siano i limiti che responsabilmente si possono porre a una trasformazione ecologica di questo genere.

Questa proiezione di come potrebbe essere raggiunto un futuro equilibrio mondiale tra offerta e domanda di energia nei prossimi 20-50 anni porta alla ribalta temi alla frontiera tra tecnologia e politica, i quali emergono soprattutto per le divergenze esistenti tra «che cosa potrebbe essere», «che cosa dovrebbe essere» e «che cosa sarà».

Non vi è alcun dubbio sul fatto che il mondo sarà tra breve abitato da una popolazione superiore a quella che le tradizionali fonti rinnovabili di energia sarebbero in grado di sostenere. Ciò sarebbe vero persino nel caso che la maggior parte di questa popolazione non raggiungesse il benessere materiale di cui godono attualmente gli abitanti dei paesi sviluppati. Nel corso del loro processo di industrializzazione questi paesi sono stati costretti, quando la domanda di energia cominciò a superare l'offerta locale, ad abbandonare le fonti di energia rinnovabili e a rivolgersi ai combustibili fossili. Fu per questa necessità che in Europa occidentale e negli Stati Uniti si ebbe la prima transizione dalla legna al carbone. La dipendenza dei paesi sviluppati dal petrolio, dal gas naturale e dal carbone è ora un fenomeno mondiale. Poiché sembra che le risorse mondiali di combustibili fossili recuperabili siano molto ingenti, i paesi industrializzati potrebbero, in linea di principio, avere disponibilità di energia sufficienti per oltre un secolo, anche se le nazioni in via di sviluppo passassero gradualmente alla realizzazione di moderne infrastrutture tecnologiche e consumassero una quota maggiore di queste disponibilità. Intorno agli anni sessanta era infatti di moda giungere alla conclusione che i combustibili fossili sarebbero stati sufficienti a consentire la messa a punto in tempo utile delle tecnologie basate su fonti energetiche non limitate dalle risorse, come l'energia solare diretta e l'energia nucleare.

manuali scientifici
serie diretta da Mauro Boscarol

1 L'ANALISI MATEMATICA
di E. Gagliardo
164 pagine, 45 illustrazioni, L. 9.500

2 L'HARDWARE DEI COMPUTER
di M. Cripps
176 pagine, 78 illustrazioni, L. 9.500

3 MUSICA CON IL CALCOLATORE
di R. Zaripov
170 pagine, 51 illustrazioni, L. 9.500

4 LE SCIENZE CON IL CALCOLATORE TASCABILE
di D.R. Green e J. Lewis
398 pagine, 92 illustrazioni, L. 11.000

5 MATEMATICA CON IL CALCOLATORE TASCABILE
di P. Henrici
233 pagine, L. 15.500

6 GLI ESPERIMENTI FACILI: FISICA DI BASE
di V. Zanetti
260 pagine, 94 illustrazioni, L. 9.500

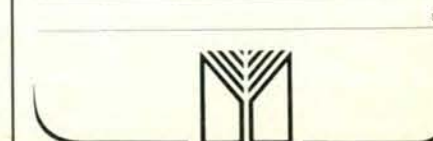
7 IL PROGETTO DEI MICROCOMPUTER: HARDWARE
di C.A. Ogdin
260 pagine, 94 illustrazioni, L. 13.500

franco muzzio & c. editore
Via Bonporti 36 - 35100 Padova
Tel. 049/661147-661873

Desidero ricevere il catalogo ☐
e ordinare i seguenti libri
da inviarmi in contrassegno

1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ 6☐ 7☐

nome
cognome
indirizzo

sn

Ciò che negli anni sessanta ha capovolto il quadro energetico è stato un leggero spostamento di tendenza che ancora oggi non è del tutto compreso. Sembra, per esempio, che la transizione dall'energia fossile a quella nucleare sarà probabilmente un'aspra battaglia in termini di costi e di sforzi. Questa tendenza è in aperto contrasto con l'esperienza precedente quando la transizione dalle fonti rinnovabili ai combustibili fossili fu accompagnata dalla diminuzione dei costi energetici. È difficile, quindi, prevedere le conseguenze ultime di questa diversa situazione, perché esse dipendono da come verrà risolto il conflitto tra principi economici ancora validi, come la minimizzazione dei costi e l'allargamento del mercato tramite l'innovazione tecnologica.

Nella storia recente del mercato petrolifero si sono avute le prime avvisaglie di questo dilemma. Il drastico aumento di tutti i prezzi energetici sta cominciando a rendere economicamente giustificabile il ricorso a fonti di energia e a tecnologie di conservazione più costose. Eppure gli attuali costi di produzione di energia permangono piuttosto bassi. La differenza tra prezzi dell'energia e costi di produzione, che vanno sotto forma di profitti a coloro che controllano i prezzi, non è certamente impiegata nella realizzazione di nuove capacità di offerta ai prezzi attuali o quasi. I paesi OPEC stanno impiegando l'eccedenza dei profitti dovuti all'esportazione di petrolio per lo sviluppo delle proprie economie; i governi dei paesi sviluppati stanno destinando a investimenti pubblici i proventi dei diritti e delle tasse che gravano sull'energia per stimolare il consumo e, quindi, l'ulteriore crescita economica. In questa situazione, si possono considerare gli elevati prezzi energetici soprattutto come un mezzo per ridistribuire i vantaggi economici di una produttività industriale alta. Finché i costi di produzione dell'energia rimangono bassi, non vi è alcun ragionevole motivo per impedire l'estensione complessiva di infrastrutture tecnologiche ad alto consumo energetico.

Un «gap di incentivazione» è previsto dall'autore nella transizione a lungo termine dalle risorse energetiche esauribili (combustibili fossili) a quelle cosiddette «sostenibili» (come possono essere i reattori autofertilizzanti, l'energia solare diretta e i reattori a fusione). La transizione sarà molto diversa da quella precedente con cui si passò da fonti di energia rinnovabili (come la legna) a quelle esauribili in quanto dovrà avvenire in un momento di costi in crescita e non in diminuzione. L'immediata conseguenza è che non ci si potrà basare sui principi tradizionali di minimizzazione dei costi per stimolare l'innovazione tecnologica ritenuta necessaria per la riuscita della transizione. In questa sequenza di grafici idealizzati il gap di incentivazione viene collocato cronologicamente nel contesto della tendenza demografica mondiale *(in alto)*, della sostituzione di forme di energia primaria *(al centro)* e dei costi energetici specifici delle tre più importanti categorie di forme di energia primaria *(in basso)*. Tutti e tre i grafici presentano scale verticali arbitrarie.

Negli anni futuri gli investimenti energetici saranno certamente diretti allo schieramento di risorse di seconda scelta. Il principio della minimizzazione dei costi porterà, quindi, in primo luogo all'esaurimento delle risorse fossili che sono facili da produrre, convertire, trasportare e bruciare. Anche se i costi di produzione dei combustibili fossili non convenzionali diventeranno nel tempo pari a quelli delle risorse sostitutive derivate dal nucleare e dal solare, raggiungere questo punto di parità non renderà più facile la realizzazione delle strutture fisse su cui si basano queste fonti di energia che chiameremo «sostenibili». Meno remunerativa è la base su cui deve funzionare una vecchia infrastruttura, più lento sarà il ritmo di installazione di nuove infrastrutture ancora meno remunerative. In breve, è facile che la transizione verso fonti sostenibili di energia come i reattori autofertilizzanti, la conversione diretta dell'energia solare e i reattori a fusione diventi più difficile con il passare del tempo.

Se sarà così, l'intero processo globale di sviluppo va considerato come una gara di corsa contro il tempo. Si può vincere soltanto se le regioni con elevata produttività industriale e le regioni con limitate risorse poco costose mettono insieme i loro diversi tipi di ricchezza per pagare il prezzo richiesto per la costruzione di una base adatta alle fonti di energia sostenibili. Non si tratterà in nessun caso di un'operazione di minimizzazione dei costi. La transizione da fonti di energia rinnovabili a fonti di energia sostenibili, così come è concettualmente delineata nelle sceneggiature IIASA, appare analoga al passo compiuto dal genere umano nel Neolitico quando da un sistema alimentare basato sulla caccia e la raccolta passò a un sistema alimentare basato sull'allevamento degli animali e l'agricoltura. Questa volta, disponiamo di combustibili fossili, ma abbiamo meno tempo dei nostri predecessori. La transizione a fonti di energia sostenibili - reattori autofertilizzanti, energia solare diretta ed energia da fusione - non può essere rimandata a un'era in cui il pianeta abbia esaurito le dotazioni di energia che aveva un tempo.

Lo sviluppo economico della Cina

In questo paese povero, ma in rapida crescita, un quarto del genere umano è ora al sicuro dalla fame e dalle epidemie. Con la diminuzione del tasso di natalità la popolazione cinese dovrebbe giungere alla stabilità nel 2000

di 丁 忱 (Ding Chen)

La Repubblica Popolare Cinese ha proclamato la sua esistenza solo tre decenni fa, il primo ottobre 1949. Nel breve periodo trascorso da allora questa nazione impoverita, arretrata, con un pesante carico di popolazione ha portato a compimento una rivoluzione socialista, ha intrapreso la realizzazione di una società socialista e, nonostante le incertezze nel suo cammino in tale direzione, ha raggiunto obiettivi storici. Oggi 977 milioni di cinesi, circa un quarto della popolazione mondiale, vivono sicuri da carestie, da inondazioni e da epidemie.

È questo un grande evento nella storia. Il socialismo ha dimostrato la sua validità come sistema per la promozione dello sviluppo economico.

Centinaia di milioni di cinesi tuttora viventi ricordano il sistema feudale che per i paesi occidentali è solo materia dei testi di storia. Nel tipico villaggio cinese i proprietari terrieri e gli agricoltori ricchi, meno del 10 per cento della popolazione, possedevano dal 70 all'80 per cento della terra. Con gli affitti, la partecipazione ai raccolti, le tasse e gli abusi sulle tasse, nonché con i prestiti a usura essi si appropriavano della quantità che volevano del prodotto della terra, ossia dei frutti del lavoro dei contadini poveri o meno ricchi e dei braccianti senza terre. Persino i bambini di una famiglia povera potevano essere presi in pagamento di un debito, anche se una bambina decenne in un'annata di scarsi raccolti non raggiungeva il prezzo di 50 chilogrammi di cereali. Negli inverni duri i contadini più poveri dei villaggi morivano di fame nei loro tuguri. Le masse contadine della Cina non avevano né mezzi né incentivi per il miglioramento della loro produttività.

Il capitalismo straniero ebbe un ruolo importante nella disintegrazione dell'economia feudale della Cina. Nella loro penetrazione nel paese, però, gli interessi imperialistici non cercarono di sviluppare il capitalismo cinese, ma di ridurre la Cina a una loro colonia o semicolonia. Riso e farina importati alimentavano il popolo, petrolio importato illuminava le città e cotone importato faceva girare i telai. La collusione fra gli agenti dell'imperialismo, le classi feudali cinesi e la borghesia compradora arrestò lo sviluppo del capitalismo cinese. Negli anni precedenti la liberazione la produzione cinese di acciaio non raggiungeva neanche il milione di tonnellate. Chang Kai-shek salì al potere nel 1927. Nei 22 anni successivi il suo regime Kuomintang portò la Cina a condizioni disperate. A partire dallo scoppio della guerra cino-giapponese nel 1937 l'inflazione si scatenò fuori da ogni controllo. Al momento della partenza dei giapponesi il vecchio sistema economico era in rovina.

Alla sua liberazione nel 1949 sotto la guida del Partito comunista cinese il popolo si volse all'opera di risanamento dalle ferite della guerra e di costruzione di un'economia socialista basata sulla proprietà pubblica. Il sistema feudale di possesso delle terre venne abolito e 50 milioni di ettari di terra vennero distribuiti ai contadini più poveri. Le grandi aziende capitalistiche vennero confiscate. Per le imprese di medie e piccole dimensioni possedute dalla borghesia nazionale venne adottata una politica di restrizione, di riutilizzo e di trasformazione del capitalismo privato. L'inflazione venne domata e i prezzi furono stabilizzati. Fin dal 1952, con la risultante liberazione di forze produttive, la produzione in quasi tutti i principali settori dell'agricoltura e dell'industria superò i più alti livelli mai raggiunti nel periodo fino al 1949. L'anno 1953 vide l'avvio del primo piano quinquennale. Da allora lo sviluppo economico ha proceduto di pari passo con la trasformazione socialista dell'agricoltura, dell'artigianato, dell'industria e del commercio. I contadini cinesi, per la prima volta in possesso di loro propri appezzamenti di terra, poterono rendersi conto che né il socialismo né l'aumento della produttività potevano essere raggiunti sulla base di un'economia agricola piccolo-contadina. Essi perciò fecero le prime mosse verso il socialismo con l'organizzazione di squadre di aiuto reciproco. Sotto la direzione dei quadri del Partito comunista cinese essi hanno imparato che la piena collettivizzazione pone maggiori risorse (energia elettrica, macchine, fertilizzanti, pestidici, migliori razze di piante e animali, terre bonificate e opere di irrigazione) nelle loro mani per il raggiungimento di migliori risultati per ettaro e per ora-uomo.

Nei settori industriali e commerciali venne deciso un vasto insieme di misure

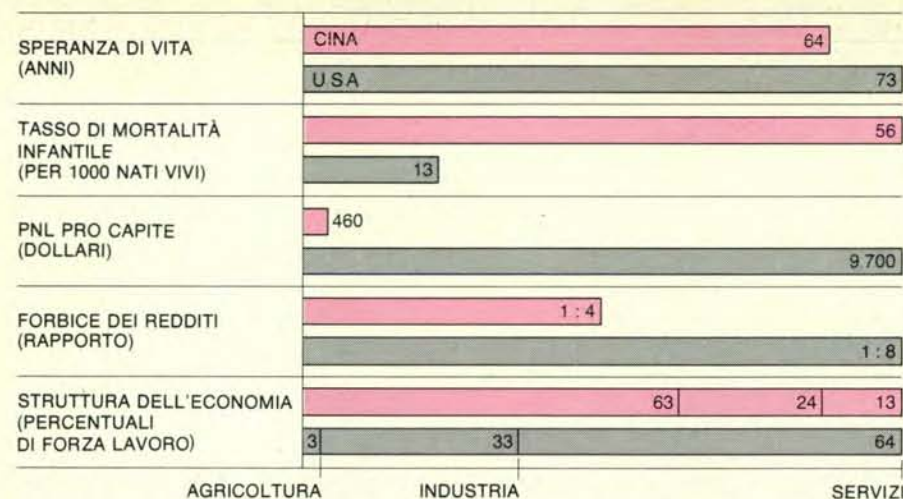
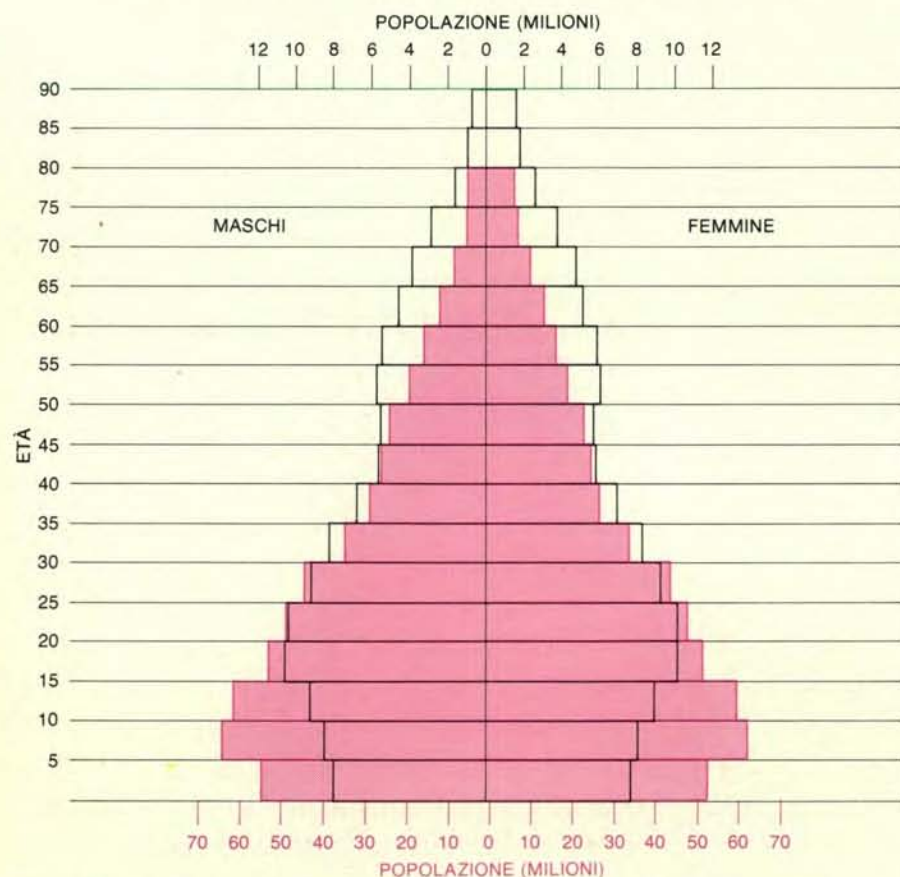
Cariche di limo, le acque del Chang Jiang, ossia del fiume Yangtze, si gettano nel Mare Cinese Orientale nell'immagine della pagina di fronte, ripresa da un satellite Landsat il 4 agosto 1979 e rielaborata con tecniche digitali. La piana alluvionale che domina la scena si è formata nel corso di migliaia di anni per la deposizione dei sedimenti trasportati dal fiume. La piana è attraversata da canali, alcuni dei quali utilizzati per il trasporto dei raccolti, ma la maggior parte scavati per favorire il drenaggio. La zona è a coltivazione intensiva. I principali prodotti agricoli sono il riso e le more di gelso (per l'allevamento del baco da seta). In vicinanza delle aree più abitate predominano le colture ortofrutticole e l'allevamento di bestiame di piccola taglia (maiali e pollame). Il corso d'acqua serpeggiante che confluisce nel Chang da sud *(al centro in basso)* è lo Huangpu Jiang (fiume Whangpoo). L'agglomerato urbano sulla riva sinistra è Shanghai, la più grande città e il più importante porto cinese. La maggior parte del territorio che circonda la città, comprese le isole alla foce del Chang (ma non la zona a nord del fiume) forma uno dei tre *zhixia shi*, o distretti federali, della Repubblica Popolare Cinese. (La traduzione letterale di *zhixia shi* è «città direttamente soggetta all'autorità centrale».) Questo distretto è, naturalmente, il Shanghai Shi, mentre gli altri due distretti sono il Beijing Shi (Pechino e dintorni) e il Tianjin Shi (Tientsin e dintorni).

per la trasformazione delle imprese capitalistiche in imprese socialiste. Nel 1956 le imprese di piccole e medie dimensioni vennero ricostituite come aziende miste pubbliche-private e venne deciso di pagare ai loro proprietari un interesse annuale del 5 per cento sul valore degli impianti. Da allora vi è stata poca differenza fra queste aziende e quelle di proprietà di tutto il popolo. I capitalisti che avevano gestito le aziende diventarono personale amministrativo e la loro esperienza viene a volte tuttora utilizzata per la gestione delle aziende stesse. Nel 1967 lo stato smise di pagare interessi ai vecchi proprietari e le aziende miste pubbliche-private sono da allora entrate a far parte a tutti gli effetti del sistema di proprietà popolare.

Dopo 30 anni l'economia cinese gode nel mondo di una posizione interamente nuova. I grandi fiumi del paese, già causa di disastrosi allagamenti, sono stati sottoposti a regolazione e circa 45 milioni di ettari vengono oggi irrigati. Due terzi delle terre paludose sono state bonificate ed è stato terrazzato un quinto delle pendici coltivate. Il valore lordo della produzione agricola nel 1978 è stato di 3,4 volte superiore a quello del 1949, il che corrisponde a un incremento medio annuale di oltre il 4 per cento. La produzione di cereali per uso alimentare è aumentata a un tasso medio annuale del 3,5 per cento, avvicinandosi ai 200 milioni di tonnellate.

L'industria ha fatto analoghi progressi. La produzione di acciaio supera i 30 milioni di tonnellate. I settori dell'energia elettrica, del petrolio, del carbone, dell'industria chimica, meccanica e tessile e dell'industria leggera hanno tutti registrato una grossa espansione. Sono state costruite molte nuove città industriali e oggi vi sono nel paese 350 mila imprese industriali. Il capitale fisso di proprietà popolare rappresenta un valore di oltre 200 miliardi di dollari, 25 volte il capitale complessivo accumulato nel secolo prima della liberazione. Lo sviluppo industriale ha avuto le sue annate cattive, ma anche così l'incremento medio annuale è stato superiore al 10 per cento.

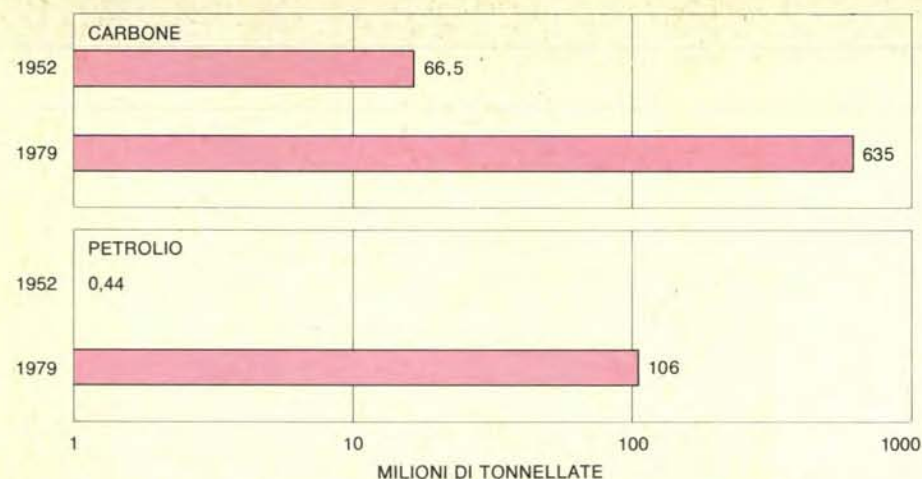
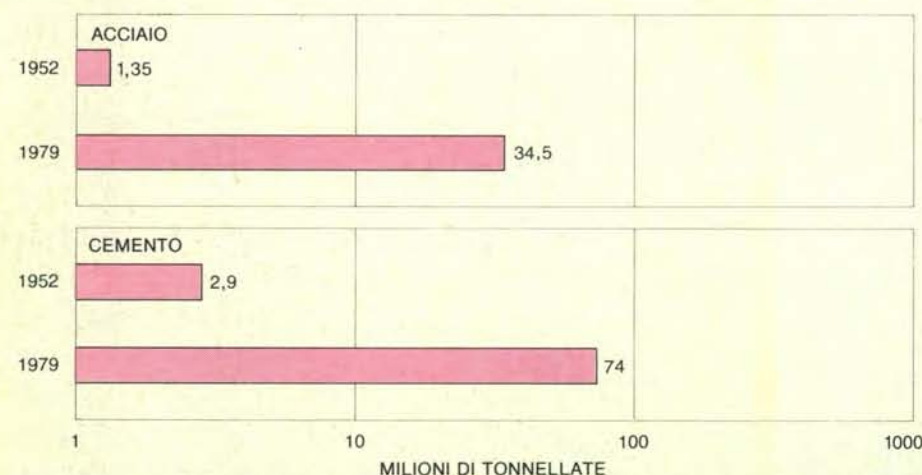
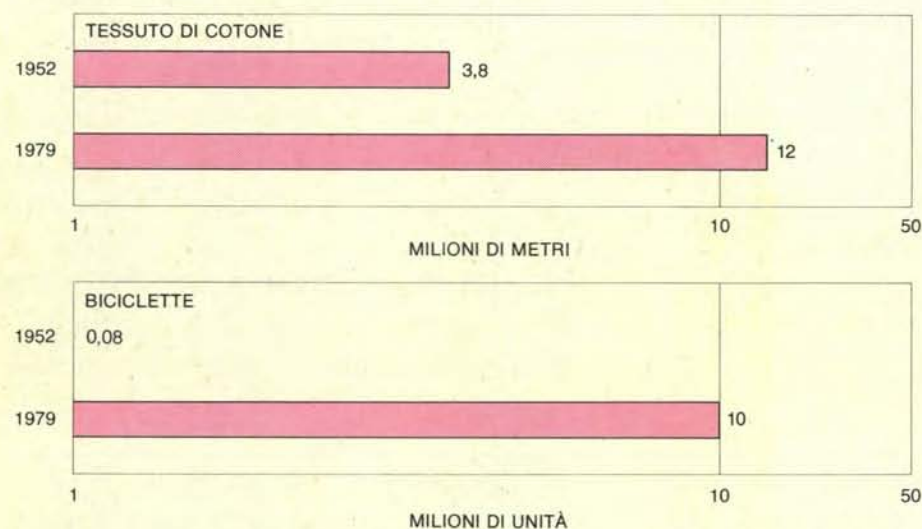
Articolate reti di trasporto e di comunicazione collegano le diverse parti della nazione. Dalla liberazione sono stati costruiti 30 000 chilometri di ferrovie che raggiungono anche le province, un tempo

Questa carta della Cina indica le 21 province continentali (l'isola di Taiwan, o Formosa, che viene considerata dalla Cina una sua provincia, non entra nel conto), le cinque regioni autonome, le 13 città con popolazione superiore al milione, le altre 16 conurbazioni maggiori e i fiumi principali. Il territorio complessivo della Cina è pari a circa 1,04 miliardi di ettari, ed è superiore a quello dei 48 stati contigui degli USA, ma solo 106 milioni di ettari sono considerati coltivabili. Gran parte di questo territorio si trova nella zona delimitata in verde. La parte punteggiata della rete ferroviaria *(in rosso)* è in corso di elettrificazione e la parte tratteggiata è in corso di raddoppio. Il rettangolo in blu racchiude la zona corrispondente alla immagine Landsat della pagina precedente.

Cinque indicatori di sviluppo compaiono sotto forma di coppie di istogrammi contrapposti in questo schema. Nelle prime quattro coppie quello che fra i due è il valore massimo è assunto come 100 per cento e il valore inferiore viene presentato come una percentuale del massimo. In tutte e cinque le coppie lo standard di confronto è quello dato dalle statistiche USA. Per esempio nel 1977 negli USA la speranza media di vita alla nascita era di 73 anni *(istogramma in grigio)*. In Cina nel 1979 la speranza di vita era di 64 anni, ossia l'88 per cento del valore USA. Ancora: la mortalità infantile USA (13,6 per mille nel 1978) è meno di un quarto di quella cinese. Il reddito individuale negli USA nel 1978 era di 9700 dollari mentre l'analogo dato (calcolato in dollari) per la Cina è meno del 5 per cento. Ancora: il quinto più ricco delle famiglie americane ha un reddito circa otto volte superiore a quello del quinto più povero, mentre in Cina il quinto più ricco ha solo quattro volte il reddito del più povero. Infine, la forza lavoro negli USA è occupata per il 3 per cento nell'agricoltura, per il 33 per cento nell'industria e per il 64 per cento nei servizi, mentre le percentuali in Cina sono rispettivamente: 63 in agricoltura, 24 nell'industria e 13 nei servizi.

Queste piramidi della popolazione confrontano la percentuale sul totale della popolazione in Cina *(in colore)* e negli USA *(in nero)* per ciascuna delle 18 classi di età. I maschi sono a sinistra e le femmine a destra. Il numero assoluto per ogni classe può essere calcolato per mezzo della scala riportata in alto, per gli USA, e di quella riportata in basso, per la Cina. La popolazione cinese, nella stima al luglio 1980 qui considerata, ammonta a 977 320 000, dei quali 499 457 000 maschi e 477 863 000 femmine. La popolazione USA, ammonta invece a 220 585 000, dei quali 107 457 000 maschi e 113 128 000 femmine. La piramide cinese mostra la base larga caratteristica delle nazioni meno sviluppate: più del 60 per cento della popolazione è al di sotto dei 30 anni.

isolate, del sud-ovest e del nord-ovest. Circa 800 000 chilometri di nuove strade hanno reso più del 90 per cento dei villaggi accessibili a veicoli stradali.

In un paese in cui l'80 per cento di tutta la popolazione e il 95 per cento della popolazione rurale era analfabeta, oltre 200 milioni di ragazzi frequentano ora le scuole, più di 60 milioni dei quali le scuole secondarie. L'istruzione superiore, che sta riprendendosi dagli eccessi del malinteso «egualitarismo» del periodo della «Banda dei quattro», annovera poco più di un milione di studenti. Nondimeno i progressi del paese nel campo della scienza e della tecnologia avanzata sono resi evidenti dal possesso di armi atomiche e dalla capacità di lanciare e di recuperare satelliti terrestri. Per quanto riguarda la medicina i progressi nella ricerca hanno raggiunto il loro culmine con la sintesi dell'insulina, ma il risultato più importante è stata l'estensione dell'assistenza sanitaria praticamente a tutto il popolo. Un personale paramedico che ammonta a parecchi milioni di persone fornisce le prime cure e smista i pazienti affidandoli alle cure dei medici negli ospedali e nei centri di assistenza medica.

La crescita esplosiva della popolazione cinese, che è aumentata da dopo la liberazione di oltre 400 milioni, costituisce la prova più lampante del miglioramento del tenore di vita popolare. Prima della liberazione le statistiche della popolazione mostravano per la Cina quella classica combinazione fra un alto tasso di mortalità, un alto tasso di natalità, un basso tasso di incremento naturale e una breve speranza media di vita che ha caratterizzato la condizione umana lungo tutta la storia fino ai tempi presenti. Il drastico abbassamento del tasso di mortalità registratosi poco dopo il 1949 portò il tasso di incremento naturale al 20 per mille e, per alcuni anni, addirittura oltre al 30 per mille. Il calo del tasso di natalità ha ora ridotto l'incremento annuo netto al 12 per mille, il che significa l'entrata della popolazione cinese nella seconda fase della transizione demografica.

I progressi nella costruzione del socialismo cinese sono stati notevoli, ma alto è il prezzo che abbiamo pagato per le successive correzioni di rotta. Il primo piano quinquennale portò un reale progresso con le sue «tre trasformazioni»: nell'industria, nell'agricoltura e nel commercio. Poi, nel 1958, venne la richiesta di accelerare l'attuazione del secondo piano quinquennale con il «grande balzo in avanti». Il tasso di accumulazione del capitale di investimento venne portato dal 24 a uno sfiancante 44 per cento, con un'enfasi eccessiva sull'industria pesante e un tentativo di completare la collettivizzazione in agricoltura che era come un voler realizzare il passaggio al comunismo quasi da un giorno all'altro. Sotto i vessilli dell'«egualitarismo» - in particolare nella distribuzione di risorse, ad esempio fra brigate di produzione all'avanguardia e arretrate, e fra le squadre delle nuove comuni - la produzione agricola registrò

La produzione di combustibile fra il 1952, anno precedente l'inizio del primo piano quinquennale, e il 1979 ha segnato in Cina un aumento eccezionale. La quantità di carbone estratto annualmente è passata da 66,5 milioni di tonnellate nel 1952 a 635 milioni di tonnellate nel 1979. La quantità annua di petrolio prodotto, di 0,44 milioni di tonnellate nel 1952 (e quindi troppo piccola per comparire in questo grafico logaritmico), ha raggiunto nel 1979 i 106 milioni di tonnellate.

Anche i materiali base di produzione industriale hanno registrato grandi aumenti di quantità. Nel 1952 sono state prodotte 1,35 milioni di tonnellate di acciaio; nel 1979 la produzione annua ha raggiunto i 34,5 milioni di tonnellate. Meno di tre milioni di tonnellate di cemento vennero prodotte nel 1952: nel 1979 la produzione di cemento ha superato i 70 milioni di tonnellate.

Durante lo stesso periodo gli articoli di consumo hanno registrato aumenti più modesti. Per esempio nel 1952 vennero prodotti 4 milioni di metri di tessuti di cotone in confronto ai 12 milioni di metri del 1979. Il numero di biciclette prodotte che nel 1952 era di circa 80 000, un valore troppo piccolo per comparire in questo grafico logaritmico, è stato nel 1979 di 10 milioni di unità.

in questo periodo una netta caduta. Solo dopo tre anni di riassestamento, in cui il tasso di accumulazione venne riportato al 26 per cento, il terzo piano quinquennale potè prendere l'avvio nel 1965. Il quarto piano quinquennale è fallito per gli eccessi della Banda dei quattro. Il paese sta ora attraversando un altro periodo di riassestamento: la prima battaglia per le «quattro modernizzazioni» (nell'industria, nell'agricoltura, nella scienza e tecnologia, nella difesa nazionale). Il tasso di accumulazione, 36 per cento nel 1978, è ancora troppo alto e sta venendo risolutamente ridotto, anche se per gradi, per farlo scendere nel giro di qualche anno al livello ottimale del 25 per cento.

Volgendosi indietro si può dire che in una certa misura gli scacchi che abbiamo subito in questo periodo erano inevitabili: dopotutto non vi era stata nessuna esperienza precedente di costruzione del socialismo in un paese così grande e così arretrato. Gli esempi di cui disponevamo, come quelli riguardanti l'edificazione dell'Unione Sovietica, si dimostrarono inapplicabili alla Cina. Dovemmo partire da quella che era l'effettiva situazione nel nostro paese e, seguendo i principi del marxismo-leninismo, trovare soluzioni originali ai problemi dello sviluppo economico.

Come, in primo luogo, avremmo fondato una nuova agricoltura socialista? Nelle zone base della guerriglia nel nord, nelle province dello Shensi e dello Shansi, di dove l'Armata Rossa partì nel 1947 per la sua offensiva vittoriosa contro il Kuomintang, Mao Tse Tung e i suoi colleghi avevano acquisito una profonda esperienza del lavoro rurale. Contemporaneamente all'offensiva militare essi decisero una mossa politica fondamentale: la promulgazione, il 10 ottobre 1947, dello Schema di legge agraria, che aboliva il regime feudale di proprietà e condonava tutti i debiti contratti sotto tale regime. L'articolo VI trasferiva le terre alle associazioni contadine di villaggio per la loro distribuzione in base alla regola che «il surplus verrà prelevato per sovvenire a carestie e, per quanto riguarda la qualità delle terre, quelle fertili dovranno compensare le meno fertili cosicché tutti gli abitanti del villaggio ottengano terre in maniera equa, e siano esse di proprietà individuale delle singole persone». Questa promessa guadagnò l'appoggio dei contadini all'Armata Rossa nella sua avanzata e presto isolò le forze del Kuomintang in qualche ultima città fortezza.

La distribuzione delle terre diede ai contadini un primo saggio di autogoverno e li avviò sulla strada del socialismo. Tipica fu l'esperienza delle 60 famiglie del villaggio di Dazhai, che più tardi doveva essere indicato a tutto il paese come modello di brigata di produzione. In questo piccolo villaggio qualsiasi - situato nelle terre aride, a base di loess profondamente eroso, dello Shensi - gli abitanti vennero a trovarsi in possesso di circa 60 ettari di terra coltivata divisi in un incredibile mosaico di 4700 pezzetti sparsi su

otto versanti di collina e in sette gole. Una volta che la terra fu loro essi poterono rendersi conto dei vantaggi di un'organizzazione basata sull'aiuto reciproco.

L'enorme popolazione, l'insufficienza della terra coltivata, le frequenti calamità naturali e i metodi arretrati di coltivazione hanno reso difficile la vita delle masse contadine anche dopo la riforma agraria. Esse potevano sfuggire alla miseria solo imboccando la strada del socialismo. Come a Dazhai così in tutto il paese i contadini mossero il primo passo verso il socialismo organizzandosi in cooperative di produttori in cui essi riunirono le loro terre, ancora privatamente possedute. In seguito essi passarono a forme di cooperazione già pienamene socialiste in cui sia le terre sia gli animali, le macchine e gli attrezzi diventavano proprietà comune del villaggio. Il profondo cambiamento sociale non compromise l'iniziativa individuale né indebolì le forze produttive sociali. Al contrario esso favorì più ambiziose iniziative per lo sviluppo dell'agricoltura. A questo punto il villaggio era pronto a unirsi ad altri nell'organizzazione di una comune. È questa un'istituzione a tre livelli: ogni comune comprende infatti un certo numero di brigate e ogni brigata è composta da squadre di produzione. La squadra è l'unità amministrativa base. Anche se la comune riunisce gli interessi di qualche centinaio di villaggi e quindi di migliaia di famiglie allo scopo di assicurare i vantaggi di una coltivazione e di uno sviluppo su larga scala, il partecipare al prodotto della propria squadra mantiene alto l'incentivo del singolo produttore. I risultati ottenuti a ogni stadio della trasformazione indicarono al popolo la via verso il successivo.

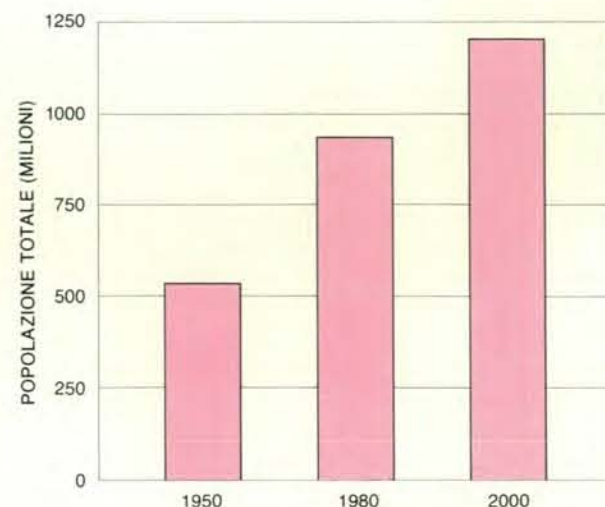
Così i contadini di Dazhai riuscirono a compiere imprese - letteralmente a «muovere le montagne» - di cui non si sarebbero mai sognati capaci se fossero rimasti coltivatori dei loro piccoli fazzoletti di terra. Essi livellarono e terrazzarono i campi in pendio, sostenendoli con terrapieni e muretti di pietre e terra, e colmarono quattro delle sette gole, aumentando così l'estensione di terra coltivabile. Inoltre essi scavarono un canale lungo sette chilometri e costruirono una stazione di pompaggio per irrigare i loro campi, già colpiti da siccità nove anni su dieci. Sulle alture essi imboschirono 27 ettari a pini e piantarono 40 000 alberi da frutta. Nel 1975 la loro terra ha dato un prodotto di 8,4 tonnellate di cereali per ettaro, più di dieci volte quello che era stato il prodotto massimo prima della liberazione. Questo villaggio che un tempo riusciva malamente a sopravvivere, in un'economia di pura sussistenza, versa ora al sistema di distribuzione statale una media annua di due tonnellate di cereali per famiglia.

In sostegno a questa impresa, così attiva e fiduciosa in se stessa che è la comune, gli enti governativi decisero investimenti in infrastrutture, proporzionati alle risorse a loro disposizione, a livello di contea, di provincia o dell'intera nazione. Una sfida urgente per investimenti di questo tipo era quella che il Fiume Giallo presentava, a tutti i livelli di enti governativi e ai 100 milioni di abitanti del suo bacino, che si estende per 750 000 chilometri quadrati. Nei 5500 chilometri del suo corso verso il mare questo grande fiume attraversa l'Altopiano del Loess nelle province nord-occidentali, una zona spoglia di vegetazione generazioni fa e solo ora in corso di rimboschimento e di coltivazioni riparatrici. Nel suo corso inferiore nella piana dei meandri e al suo delta nel mare di Bo il fiume trasporta ogni anno un carico di sedimenti di 1600 milioni di tonnellate. Depositandosi sul fondo man mano che la corrente si indebolisce, questi sedimenti hanno fatto alzare il letto del fiume da tre a cinque metri rispetto alla pianura circostante, e in certi punti anche di 10 metri al di sopra di essa, per cui questo «fiume sopraelevato» funziona addirittura da spartiacque, i fiumi a sud di esso sboccando nel fiume Huai e quelli a nord nel fiume Hai. Quando in passato il Fiume Giallo, nelle sue piene periodiche, superava gli argini migliaia di chilometri quadrati di terra rimanevano inondati, fino a Tientsin, 200 chilometri a nord, e fino alla valle dello Huai, 250 chilometri a sud.

Il tratto inferiore del Fiume Giallo è ora segnato da una seconda Grande Muraglia: argini massicci costruiti sulle fondamenta dei precedenti, così larghi da essere percorsi alla loro sommità da una grande strada ed elevati sei o sette metri (e in certi punti anche 10 metri) sul terreno circostante. Per neutralizzare le piene è stato messo in funzione un sistema di canali scolmatori e di bacini. Alla gola di Sanmen, dove il fiume esce dalle montagne, una grande diga, che alimenta una centrale elettrica e una rete di irrigazione, trattiene le acque in un nuovo grande bacino. Una serie di dighe analoghe, anch'esse a più funzioni, lungo il corso superiore del fiume e lungo i suoi affluenti permettono di irrigare zone agricole un tempo prive d'acqua e di tenere sotto sicuro controllo le due piene annuali. La regolazione del Fiume Giallo e dei suoi affluenti ha grandemente ridotto la dipendenza del Nord della Cina dalla produzione cerealicola del sud.

Se si tien conto della crescita della popolazione cinese e della limitata disponibilità di terra in rapporto a essa, risulta chiara la necessità di promuovere, a tutti i livelli di iniziativa e con tutte le risorse a disposizione, la modernizzazione e la meccanizzazione dell'agricoltura. Le esigenze generalmente riconosciute danno un fabbisogno di investimenti per più di un bilione di yuan, pari a 700 miliardi di dollari. Lo stato si impegna a continuare nei suoi investimenti nell'agricoltura in proporzione all'espansione dell'economia nel suo insieme. Ma la parte più importante del capitale necessario in agricoltura verrà accumulata dalle comuni stesse, soprattutto attraverso l'«accumulazione da lavoro», cioè attraverso lo stesso tipo di lavoro volontario non pagato o sottopagato che ha permesso di colmare le gole di Dazhai e di trasportare a cesti oltre 300 milioni di metri cubi di terra per la costruzione degli argini del Fiume Giallo.

Con il progresso della meccanizzazione dell'agricoltura, dove potrà essere trasferita la manodopera resa esuberante? La Cina non può seguire l'esempio delle nazioni capitalistiche e lasciare che la manodopera esuberante si trasferisca nelle città. Quello che si prevede è che la continua espansione dell'agricoltura e gli investimenti in infrastrutture, ad alto contenuto di lavoro, che essa richiederà, permetteranno in larga misura di mantenere occupata la manodopera agricola. Nel frattempo essa è necessaria anche per lo sviluppo di attività artigiane e industriali a livello delle comuni e delle brigate, nonché delle attività economiche a ciò associate, attività tutte di iniziativa locale e basate sull'impiego dei prodotti locali. Si prevede che con due o tre decenni di duro lavoro i villaggi cinesi, relativamente poveri e arretrati, si trasformeranno in nuovi villaggi socialisti ai primi stadi di modernizzazione.

Le previsioni di aumento della popolazione danno la misura di quello che è il primo problema cinese. Attualmente *(a sinistra)* il 30 per cento delle nascite sono rappresentate da terzi figli e il tasso naturale di incremento della popolazione è di circa il 12 per mille. Se le nascite di terzi figli venissero ridotte al 15 per cento del totale, il tasso di aumento della popolazione scenderebbe al di sotto del 10 per mille e, se non nascessero affatto terzi figli, il tasso stesso si ridurrebbe a meno del 7 per mille. Se le famiglie con un solo figlio diventeranno la regola, l'obiettivo di una «crescita zero» della popolazione verrà raggiunto. Fra il 1950 e il 1980 *(a destra)* la popolazione complessiva della Cina è quasi raddoppiata. Se nel giro di vent'anni la crescita avrà raggiunto il tasso zero, nel 2000 la popolazione cinese ammonterà a 1,2 miliardi.

I campi terrazzati di Dazhai, un tempo un piccolo villaggio sulle sterili colline della provincia dello Shensi, sono oggi una delle attrazioni turistiche della Repubblica Popolare Cinese. Negli anni quaranta i 60 ettari di arido e incolto terreno intorno al villaggio vennero divisi in circa 5000 piccoli appezzamenti disposti su otto creste di colline e in sette gole. I contadini del villaggio hanno ora terrazzato i campi sulle pendici, riempito quattro delle sette gole e costruito un sistema di irrigazione.

Il problema più importante nella gestione economica nazionale è, per nostra esperienza, quello di mantenere proporzioni relative ottimali fra i vari settori. Esso è legato in maniera cruciale al ritmo dello sviluppo economico, ed è anche legato allo «stile di gestione». Per molti anni, sull'esempio dell'URSS, la Cina ha dato una priorità assoluta all'industria pesante, trascurando di conseguenza l'agricoltura e l'industria leggera, il che ha portato in certi anni a un effettivo abbassamento del tenore di vita delle popolazioni. Questa strategia, e il prezzo che essa richiedeva, furono sicuramente necessari per l'URSS nei due decenni precedenti la seconda guerra mondiale. Vi fu però chi presentò queste, che erano misure d'emergenza, come il solo metodo corretto per l'industrializzazione socialista. Anche se l'enfasi eccessiva data allo sviluppo dell'industria pesante nei piani quinquennali cinesi ha lasciato dietro di sé problemi tuttora da risolvere, la politica di «riassestamento, ristrutturazione, consolidamento e miglioramento» adottata nel 1979 ha già cominciato a far sentire i suoi effetti per quanto riguarda il ritmo dell'accumulazione di capitale. L'aumento dei prezzi dei prodotti agricoli - controbilanciato da aumenti salariali ai consumatori - ha favorito tale settore, e analoghe misure hanno permesso di accelerare lo sviluppo dell'industria leggera.

Un altro problema di importanza fondamentale e che richiede attenta considerazione è quello del rapporto fra investimenti per la produzione «fisica» e investimenti in «capitale umano», vale a dire nella scienza, nella cultura, nell'istruzione, ma anche nell'edilizia abitativa e nella «qualità di vita» urbana. Questo rapporto ha, nel lungo periodo, una rilevanza abbastanza evidente sul ritmo dello sviluppo nazionale. Il primo piano quinquennale assegnò il 28 per cento dell'investimento complessivo in infrastrutture alla costruzione di scuole e ospedali, alla ricerca scientifica, all'edilizia abitativa e ai servizi municipali. Questa assegnazione venne ridotta al 15 per cento nel periodo 1966-1978. Come risultato oggi solo lo 0,5 per cento della popolazione cinese ha un'istruzione di tipo universitario, e solo il 20 per cento ha frequentato scuole secondarie. È inevitabile che una politica così sbagliata raffreni gravemente il ritmo della modernizzazione. Oggi gli investimenti nel«capitale intellettuale» cinese sono riconosciuti della massima importanza per l'accelerazione dello sviluppo.

Anche se 30 anni di sforzi eroici di investimento hanno dato alla Cina una notevole base industriale e una consistente infrastruttura agricola, il prodotto industriale e agricolo del paese rimane piuttosto basso. Questa situazione denuncia gravi carenze nel sistema di gestione. All'inizio degli anni cinquanta, ancora sull'esempio dell'URSS, gli organi esecutivi dello stato tentarono di gestire l'economia dal centro, formulando piani economici nazionali unificati e dirigendo le imprese attraverso ordini burocratici.

Questo sistema ebbe all'inizio una funzione importante per la mobilitazione ai fini dello sviluppo delle risorse nazionali, concentrate in 156 imprese principali, ma, con l'ulteriore sviluppo dell'economia, la debolezza della gestione centralizzata divenne evidente. La gestione dell'economia da parte dell'apparato governativo, di cui le imprese rappresentavano una semplice appendice, bloccò le relazioni orizzontali fra impresa e impresa, fra settore e settore e anche fra regione e regione. Il sistema degli ordini burocratici dall'alto tolse alle imprese il diritto di prendere per proprio conto le decisioni rese necessarie da mutate condizioni. La soppressione di ogni segnale proveniente dal mercato portò d'altra parte a errori nei rifornimenti, nella produzione e nella distribuzione. Dato che le imprese non erano responsabili di perdite o profitti, né tenevano una contabilità indipendente, buoni risultati e cattivi risultati venivano considerati alla stessa stregua. La conseguenza di questo stato di cose fu una diminuzione di produttività del lavoro e lo spreco di altre preziose risorse.

I tentativi di riforma, iniziati nel 1958, hanno oscillato fra la centralizzazione delle decisioni e la loro delega ai dirigenti locali. Il punto centrale della riforma che ha avuto inizio nel 1979 sta nell'accresciuta autonomia dei dirigenti delle imprese che li mette in grado di elaborare i propri piani di produzione, secondo le linee fissate dal piano nazionale e in risposta alle esigenze del mercato. Anche se le imprese sono tuttora tenute al raggiungimento degli obiettivi di produzione fissati dallo stato, esse sono ora autorizzate a commerciare la loro produzione e a provvedere ai propri acquisti. Salvo il caso di certi beni a prezzi imposti, un certo grado di flessibilità nella determinazione dei prezzi viene consentito, il che stimola la concorrenza fra le imprese, non solo per quanto riguarda i prezzi, ma anche per quanto riguarda i miglioramenti tecnologici e di gestione. Le imprese hanno ora una contabilità indipendente e sono tenute responsabili dei loro profitti e delle loro perdite, mentre sono autorizzate a trattenere una percentuale dei profitti che possono usare per innovazioni, ristrutturazioni o espansioni, nonché per premi e incentivi in denaro al personale dirigente e ai lavoratori, il cui interesse viene così coinvolto nell'andamento, positivo o negativo, dell'azienda.

Sia pure entro il quadro della politica e delle regole stabilite, le aziende avranno il diritto di assumere e licenziare il personale. Con la precedente politica della «ciotola di riso» ai lavoratori veniva invece garantito il diritto al posto di lavoro indipendentemente dai risultati. Le aziende possono ora anche stabilire le retribuzioni ai lavoratori e al personale sulla base del principio «a ciascuno secondo il suo lavoro» che lega il salario individuale al contributo fornito dall'individuo stesso.

La rimozione delle barriere artificiali imposte dagli organi governativi permette alle aziende di entrare in cooperazione le une con le altre e anche di formare aziende miste là dove sia conveniente. In armonia con la loro crescente autonomia le aziende vengono spinte a democratizzare la loro gestione, dando al personale dirigente e ai lavoratori la possibilità di diventare i veri «padroni». Anche nelle comuni rurali viene incoraggiata l'autonomia di gestione. Lo stato non cerca più di imporre piani di produzione, ma fa leva piuttosto sulle sue politiche di acquisto e di determinazione dei prezzi per assicurare il raggiungimento degli obiettivi fissati dai piani. Ogni comune è libera di esaminare i piani statali e di decidere che cosa produrre e come procedere, purché ciò corrisponda ai suoi impegni nei confronti del piano di acquisti statale.

La nuova formula di gestione dell'economia nazionale che sta emergendo combina dunque la regolazione attraverso la pianificazione con quella attraverso il mercato, anche se la prima è quella dominante. Vengono collegate l'iniziativa nella gestione delle aziende e la pianificazione economica nazionale. Il sistema è unificato, ma non rigido, flessibile, ma non caotico. Inevitabilmente alcune imprese industriali e alcune comuni, brigate e squadre sopravanzeranno le altre in prosperità. Ma queste persone e queste unità eminenti fungeranno da modelli, spingendo le altre unità e i membri delle stesse a marciare insieme sulla strada della comune ricchezza.

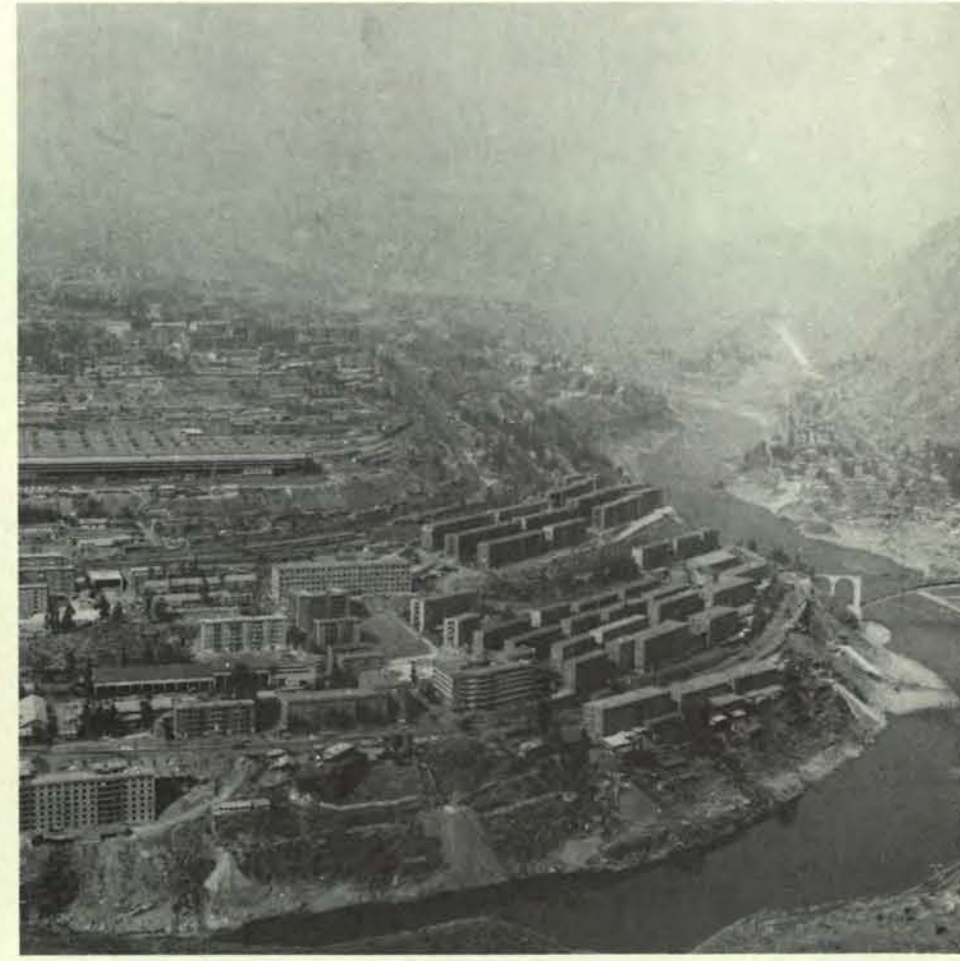
Un aspetto significativo della nuova svolta nella strategia di sviluppo economico nazionale è la decisione di utilizzare capitali e tecnologie avanzate provenienti dall'estero. Nei suoi primi anni la Repubblica Popolare Cinese si vide sottoposta a blocchi e restrizioni commerciali da parte delle nazioni occidentali. Per un lungo periodo il commercio estero non potè svilupparsi. Ancora nel 1978 esso era arrivato solo a 35,5 miliardi di yuan, non più del 6 per cento del valore lordo della produzione industriale e agricola del paese. L'acquisizione di tecnologie dalle nazioni occidentali cominciò all'inizio degli anni settanta, ma su scala limitata, e il suo volume non si espanse fino agli anni settanta. L'anno scorso, nella seconda sessione del Quinto congresso nazionale popolare, il Presidente Hua Quofeng ha chiesto che venga data una nuova spinta all'introduzione di tecnologie estere, all'utilizzazione di capitale straniero e all'incremento delle esportazioni.

La Cina, essendo un paese così grande ed essendo impegnata in un rapido sviluppo, continuerà a basarsi principalmente sulla propria volontà di indipendenza e sulla fiducia in se stessa, ma cercherà anche di acquisire e introdurre selettivamente dall'estero le tecnologie avanzate e gli impianti moderni di cui ha bisogno urgente. Da questo punto di vista la Cina non farà altro che conformarsi ai precedenti storici che mostrano come in tutte le nazioni del mondo lo sviluppo economico e tecnologico abbia seguito il cammino dello scambio economico con gli altri paesi e del reciproco trasferimento di tecnologie. Partendo dalla comprensione delle reali esigenze del paese, scienziati e progettisti insieme studieranno, assimileranno e si impadroniranno delle tecnologie estere avanzate allo scopo di sviluppare il proprio potenziale creativo onde raggiungere e superare il più presto possibile i livelli internazionali più avanzati.

Oltre a dare il suo benvenuto alle tecnologie straniere, il governo cinese ha invitato il capitale straniero a svolgere un suo ruolo nello sviluppo del paese. Ci si aspetta che con queste misure le entrate derivanti dal commercio estero del paese possano aumentare più rapidamente, consentendo di pagare i costi delle tecnologie importate. La legge sulle imprese miste pubblicata lo scorso anno concede riconoscimento giuridico a tali imprese nel nostro paese e assicura adeguata protezione ai legittimi interessi degli investitori stranieri.

Il problema più serio al quale si trova di fronte lo sviluppo economico della Cina costituisce anche, come è già stato osservato sopra, una misura del progresso raggiunto dal paese in tale sviluppo. Parliamo del problema della popolazione. Un rapido aumento della popolazione, come abbiamo visto, può creare grosse difficoltà per quanto riguarda l'espansione della produzione, il miglioramento del tenore di vita popolare, la sicurezza dell'impiego e la diffusione e il potenziamento della cultura e dell'istruzione. Per molto tempo non ci siamo resi conto pienamente della serietà di questo problema e in materia di popolazione non abbiamo avuto altra politica chiara all'infuori di quella del «giù le mani». Un tempo l'auspicare forme di controllo delle nascite veniva bollato come maltusiano e si diceva anche che più numerosi eravamo tanto meglio era.

L'enorme aumento della popolazione un anno dopo l'altro ha gravato di un pesante fardello l'economia nazionale e ha reso più acuto il contrasto fra esigenze di consumo e accumulazione di capitale per investimenti. Fra il 1953 e il 1978 le spese complessive di consumo per l'intera popolazione nazionale sono cresciute di 2,8 volte, ma nello stesso tempo la popolazione è cresciuta di due terzi. Dell'incremento annuo delle spese di consumo il 58 per cento è andato per il mantenimento della popolazione aggiunta e solo il 42 per cento per il miglioramento del livello di consumo della popolazione preesistente. Dal 1949 sono nati 600 milioni di bambini. Le spese per l'allevamento di queste centinaia di milioni di bambini hanno richiesto più di un bilione di yuan, cioè circa il 30 per cento del reddito na-

Questa veduta panoramica di un importante complesso siderurgico nello Yunnan meridionale mostra sia gli stabilimenti sia i blocchi di case operaie costruite lungo la ripida riva del fiume. Si tratta del complesso Pan Zhihua vicino a Wenshan nella regione autonoma Miao dello Yunnan. Il fiume è il Panlung, un affluente del Fiume Rosso (Vietnam del Nord). La produzione nazionale di ghisa e di acciaio nel 1979 è stata rispettivamente di 36,7 e di 34,5 milioni di tonnellate, con un aumento percentuale rispetto al 1978 del 5,6 per la ghisa e dell'8,5 per l'acciaio.

I raccoglitori per il 1980.

Questi raccoglitori corrispondono ai volumi XXIV e XXV della rivista,
e rispettivamente ai fascicoli da gennaio (n. 137) a giugno (n. 142)
e da luglio (n. 143) a dicembre (n. 148).
Sono ancora disponibili i raccoglitori dal Vol. XVI al XXIII, e dei raccoglitori
non numerati appositamente approntati per sostituire i primi quindici esauriti.

I raccoglitori si possono richiedere direttamente all'editore
usando l'apposita cartolina allegata alla rivista e unendo il relativo importo;
gli ordini infatti vengono evasi solo a pagamento avvenuto.

I raccoglitori si trovano anche presso i seguenti punti di vendita :

BOLOGNA: Libreria Parolini - Via U. Bassi 14
FIRENZE: Libreria Marzocco - Via De' Martelli 22/R
MILANO: Le Scienze S.p.A. - Via Victor Hugo 2
NAPOLI: Libreria Guida A. - Via Port'Alba 20/21
PADOVA: Libreria Cortina - Via F. Marzolo 4
PALERMO: Libreria Dante - Quattro Canti di Città
ROMA: Claudio Aranci - Viale Europa 319 (EUR)
TORINO: Libreria Zanaboni - C.so Vittorio Emanuele 41

LE SCIENZE edizione italiana di SCIENTIFIC AMERICAN XXIV
LE SCIENZE edizione italiana di SCIENTIFIC AMERICAN XXV

Ogni raccoglitore L. 2.600

LE SCIENZE edizione italiana di SCIENTIFIC AMERICAN

zionale complessivo degli anni successivi alla liberazione.

Queste cifre spiegano l'attenzione che ora viene dedicata in Cina ai problemi di controllo dell'aumento della popolazione. Grazie agli sforzi degli ultimi dieci anni il tasso di aumento della popolazione è già sceso al 12 per mille. Il programma è ora di arrivare a una «crescita zero della popolazione» in due fasi: riduzione del tasso di aumento al 5 per mille entro il 1985 e a zero entro l'anno 2000.

Il programma di riduzione dell'aumento di popolazione prevede forme di istruzione popolare insieme alla pianificazione familiare e a misure economiche quali, da un lato, ricompense materiali per coloro che aderiscono alle regole della pianificazione familiare e, dall'altro, penalità per coloro che non le seguono. Le nuove coppie vengono esortate a non avere più di un bambino: dei bambini che nascono ogni anno il 30 per cento è infatti rappresentato da bambini dal terzo in sù per famiglia. Se il numero di tali bambini venisse ridotto a metà la crescita della popolazione potrebbe scendere a meno del dieci per mille, e a meno del sette per mille se il numero di bambini nuovi nati dal terzo in sù per famiglia si riducesse a zero. Se l'intera nazione riuscirà a osservare la regola del «solo bambino» (e quindi se d'ora in avanti non vi fossero più famiglie con più bambini) il tasso di crescita della popolazione raggiungerà il livello zero nell'anno 2000. La popolazione cinese complessiva sarà allora vicina agli 1,2 miliardi. Visto il successo delle misure di controllo dell'aumento della popolazione in talune province e in città come Pechino e Shanghai questo risultato sembra possibile.

La lezione più importante che da 30 anni di esperienza viene al nostro paese è che l'azione deve basarsi su leggi economiche obiettive. Come ha affermato recentemente il vicepresidente Deng Xiao Ping «noi abbiamo pagato il nostro noviziato e abbiamo sofferto un po', ma quello che conta è che stiamo accumulando esperienza e cominciando a ottenere risultati».

La formula delle quattro modernizzazioni definisce il programma destinato a permettere l'affermazione della Cina come potenza socialista entro i prossimi due decenni. Il nostro paese, con la sua lunga storia, la sua estensione territoriale nel continente asiatico e la sua numerosa popolazione, è già una potenza mondiale. In termini di tenore di vita della popolazione siamo però solo all'inizio del cammino verso la ricchezza e ci troviamo qualche lunghezza dietro le nazioni economicamente sviluppate. Internamente noi abbiamo ora una situazione politica stabile e unificata, mentre la situazione internazionale non ci è mai stata così favorevole. Entro la fine del secolo lo sviluppo economico della Cina dimostrerà, dal punto di vista della quantità, della qualità e della potenza, la superiorità del sistema socialista nel governo degli affari umani.

Lo sviluppo economico dell'India

Pur presentando una grandissima povertà, il paese ha fatto progressi nella industrializzazione e nell'ammodernamento agricolo. Il suo futuro però è incerto se non migliorano la distribuzione e la gestione delle risorse

di Raj Krishna

Da quasi un trentennio un'India indipendente è alle prese con lo sviluppo di un'economia parzialmente pianificata. In tutti questi anni si è avuto il consenso unanime della nazione su quattro obiettivi specifici: un tasso di crescita elevato, l'autonomia nazionale, la piena occupazione e la riduzione delle disparità economiche. Questo consenso è stato confermato nella maniera più concreta in una serie di cinque piani nazionali, a partire dall'anno finanziario 1951 fino all'anno finanziario 1977, e nell'abbozzo di un sesto piano, che arriva fino al marzo del 1983.

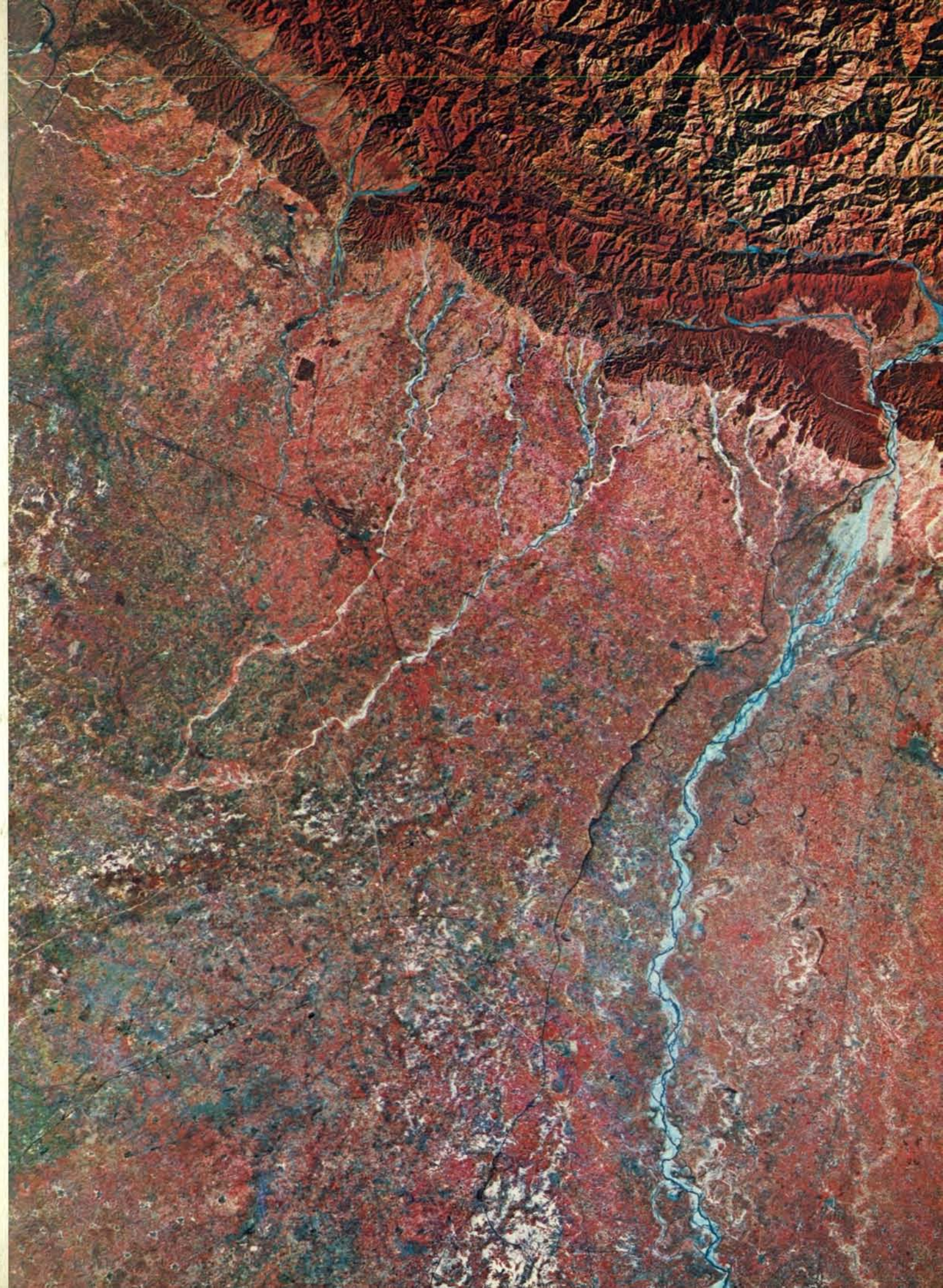
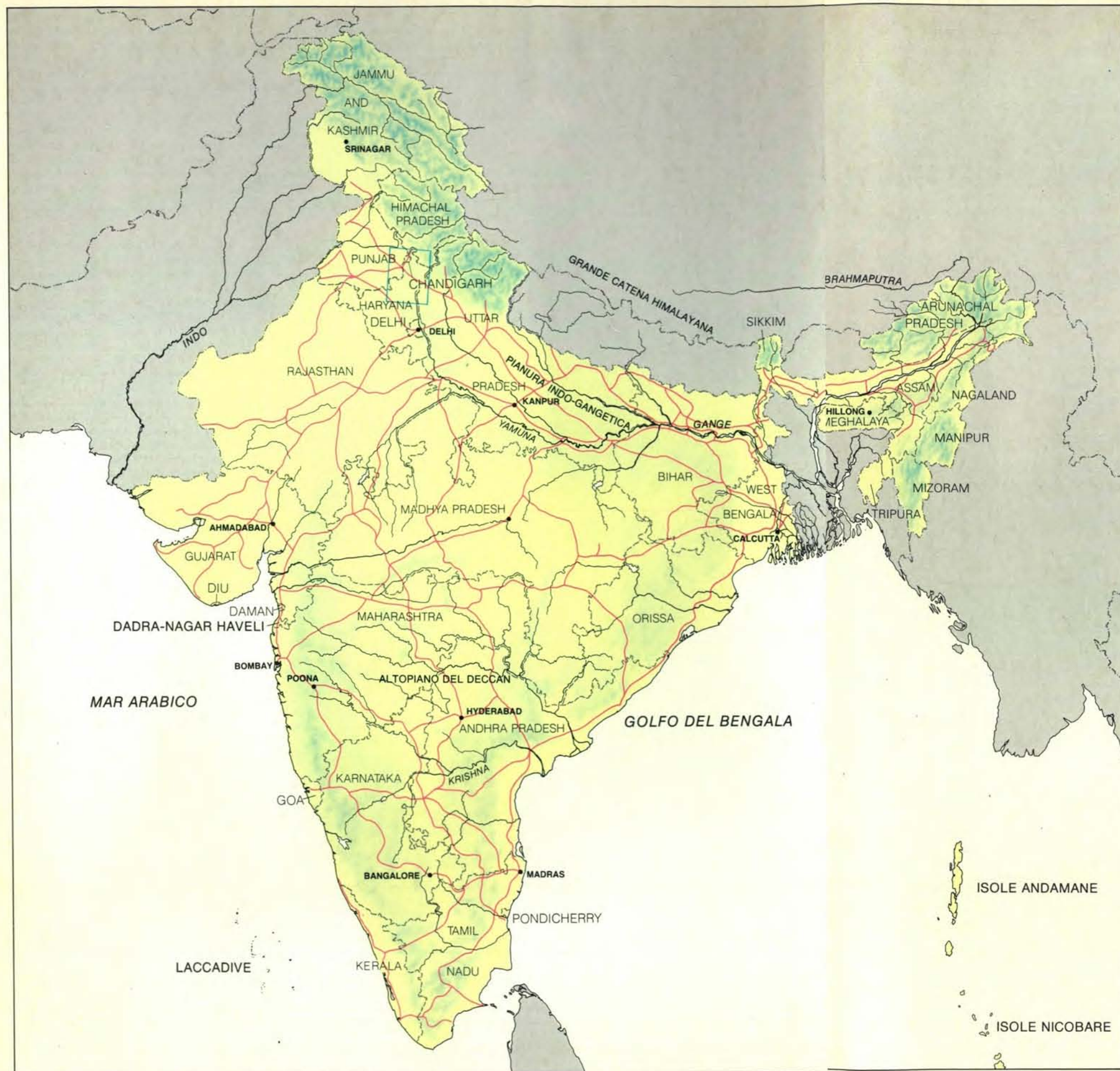
Oggi l'India ha al suo attivo alcune acquisizioni, quali il raggiungimento dell'autosufficienza nelle forniture di cereali e il fatto di essere riuscita a sostituire in misura notevole la produzione nazionale alle importazioni in alcuni settori fondamentali. Nel complesso però l'India rimane un caso di sviluppo stentato, subottimale, gravato com'è dalla più grande massa nazionale di povertà e di disoccupazione. Secondo stime della Banca Mondiale, nel 1975 in India le persone a livello di povertà erano 277 milioni, ossia il 43 per cento della gran massa di poveri di un gruppo che comprende 36 paesi afflitti dalla miseria. Questo articolo si propone di esaminare l'andamento dell'economia dell'India dal punto di vista dei quattro obiettivi della politica economica indiana. Quindi verrà formulata l'inevitabile domanda: dove va l'India?

Nell'arco di tempo coperto dai cinque Piani Nazionali, vale a dire dall'anno finanziario 1951 all'anno finanziario 1977, l'economia indiana ha registrato un tasso medio di crescita del 3,65 per cento annuo. Ripetute volte venne fissato un tasso di crescita del 5 per cento o più, e per brevi periodi di tempo, fra cui i quattro anni del Quinto Piano (anni finanziari 1974-1977), sono stati raggiunti tassi di crescita più elevati della media prevista per il lungo periodo. In altri periodi dei vari piani, però, l'economia è cresciuta al tasso fissato per il lungo periodo o a uno più ridotto. Questo tasso ridotto di crescita a lungo termine ha permesso soltanto una crescita lentissima del reddito pro capite: meno dell'1,5 per cento annuo.

Il tasso di crescita indiano è stato basso non solo rispetto a quelli fissati come obiettivo, ma anche rispetto a quelli raggiunti dalla maggior parte degli altri paesi. Nel periodo compreso fra il 1960 e il 1977, in ben 90 nazioni su 121 il tasso di crescita del prodotto nazionale lordo (PNL) pro capite è stato superiore a quello dell'India. Tutto quello che si può dire sul tasso di sviluppo raggiunto dall'India è che è più del doppio di quello registrato dall'economia indiana negli ultimi 47 anni di dominio britannico: dal 1900 al 1947.

La programmazione indiana ha avuto un grande successo nella sostituzione della produzione nazionale alle importazioni, e nel conseguente passo avanti verso l'autonomia economica, che costituisce il secondo obiettivo della politica indiana. Nel periodo di 23 anni che si chiudeva nel marzo del 1978 (l'anno finanziario indiano va dal 1° aprile al 31 marzo) le importazioni sono scese a un livello compreso fra il 2 e il 21 per cento delle forniture totali in 21 settori industriali, comprendenti i prodotti petroliferi, i prodotti chimici di base, i fertilizzanti e molte categorie di macchinari. Solo in sei settori industriali, fra cui quelli riguardanti il petrolio e il gas, i prodotti chimici organici pesanti e alcune categorie di macchinari, è stato superato il 25 per cento del totale delle forniture. Questo sviluppo è il risultato di una precisa politica a lungo termine tendente a stabilire un'adeguata capacità interna in tutti i settori fondamentali, con particolare riferimento ai metalli e ai macchinari, alla chimica pesante, all'energia, ai trasporti e alle comunicazioni. Questa politica è stata criticata tanto in India quanto all'estero perché, si diceva, trascurava lo sviluppo rurale e la produzione di beni di consumo. Essa è stata attaccata anche per aver creato un settore industriale protetto e caratterizzato da costi elevati.

Nel complesso, però, questa politica ha avuto effetti benefici. Tanto per cominciare, ha reso molte delle merci prodotte dall'India più economiche a lungo andare di quelle importate. L'acciaio ne è un esempio molto significativo. In valuta indiana, i prezzi d'esportazione dell'acciaio europeo oscillavano nel dicembre del 1978 fra le 2850 e le 3050 rupie per tonnellata, mentre il prezzo nazionale di categorie di prodotti comparabili (escludendo le tasse) era più basso del 44-61 per cento. La conseguente relativa economicità di molti prodotti dell'industria meccanica indiana (il termine comprende macchinari e anche interi impianti), unita alla comparsa di nuovi mercati in Asia e in Africa, ha reso possibile in questi ultimi anni una crescita impressionante delle esportazioni indiane di tali prodotti. Nell'anno finanziario 1978 esse ammontavano a 6,85 miliardi di rupie ed erano diventate il più grande gruppo singolo nella

Nella pagina a fronte è presentata un'immagine Landsat a falsi colori di una parte dell'India settentrionale, con le alture pedemontane himalayane e la pianura indo-gangetica. L'ampio fiume a destra è lo Yamuna, che si spinge a sud fino a Delhi e poi a est fino a una confluenza con il Gange. Quando attraversa le alture pedemontane in alto a destra, lo Yamuna divide il proprio letto con un canale d'irrigazione. Quest'ultimo ha verso sud delle diramazioni che irrigano dei terreni il cui raccolto principale è costituito dal frumento. La linea che al centro taglia diagonalmente l'immagine verso l'alto da destra a sinistra è una ferrovia, la quale attraversa la città di Saharanpur a destra e di Ambala al centro a sinistra. La città compatta *(area grigiastra)* 7 centimetri circa (ossia 45 chilometri reali) a nord di Ambala e proprio a sud delle alture pedemontane è Chandigarh, creata per essere capitale dello stato di Punjab (e più tardi anche di quello di Haryana) dopo che gran parte del Punjab, compresa la sua antica capitale Lahore, era entrato a far parte del Pakistan nel 1947.

lista indiana delle esportazioni, in quanto rappresentavano più del 12 per cento del totale. Nell'anno finanziario 1956 i prodotti delle industrie meccaniche costituivano meno dell'1 per cento delle esportazioni, che vedevano ai primi posti i prodotti agricoli, fra cui il tè, i manufatti di juta e i tessuti di cotone.

La politica della sostituzione delle importazioni con prodotti nazionali genera anche le capacità industriali di base che sono i prerequisiti indispensabili per lo sviluppo in tutti gli altri settori. Il rapporto fra i tassi di crescita dei beni di consumo e quelli di altri settori di un'economia è determinato dal modello globale delle transazioni fra i vari settori, che si riflettono nella matrice di coefficienti input-output di quell'economia (si veda l'articolo *L'economia mondiale dell'anno 2000* di Wassily W. Leontief, a pagina 130). È possibile quindi prevedere un tasso di crescita notevolmente più elevato nel settore dei beni di consumo e un tasso di crescita più ridotto nei beni non di consumo soltanto se si assume che i beni di consumo possono essere prodotti senza beni non di consumo o che questi ultimi beni necessari possono o debbono essere importati o che vi sia una matrice indiana input-output radicalmente diversa da quella di cui si avvalgono i pianificatori indiani. Nessuna di queste ipotesi può essere sostenuta.

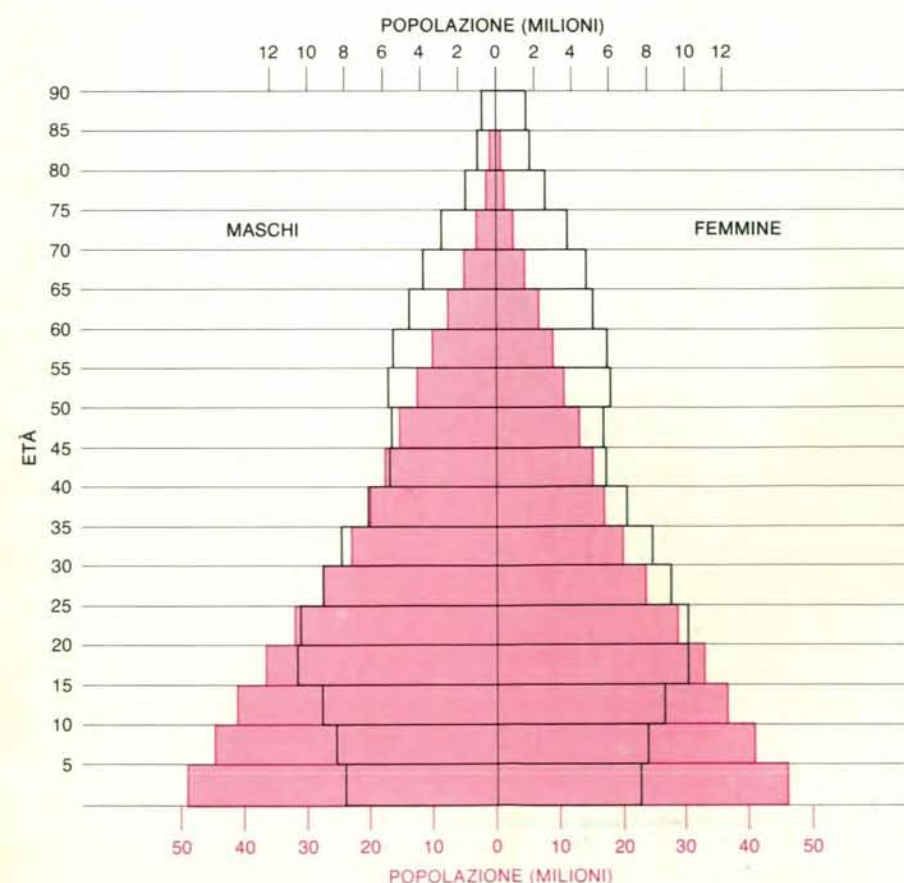
La tesi secondo la quale c'è stato un eccessivo investimento in beni strumentali e in infrastrutture è smentita dal semplice fatto che le carenze di carbone, cemento, acciaio, metalli non ferrosi, fertilizzanti, energia e trasporti rimangono nonostante il notevole sviluppo dei settori industriali di base. D'altro canto, la mancanza di potere d'acquisto da parte dei poveri ha già creato un'eccedenza di cereali, e ogni volta che la siccità riduce anche il reddito delle famiglie contadine con poderi medi e grandi, molte industrie che producono beni di consumo subiscono una recessione.

Era inevitabile in ogni caso che l'India, quale grande economia subcontinentale con vaste risorse naturali, un'immensa forza lavoro e un grande mercato potenziale, dovesse lottare per l'indipendenza in settori economici fondamentali. Altre economie subcontinentali, comprese quelle degli USA e dell'URSS, hanno fatto la stessa cosa nella fase cruciale della loro crescita economica. I critici della strategia dell'autosufficienza dimenticano che una parte significativa della crescita industriale in tutte le economie sviluppate è scaturita dalla sostituzione delle importazioni con la produzione interna. Perfino in Giappone, che pure è orientato nel senso delle esportazioni, il 38 per cento della produzione netta dell'industria dal 1914 al 1954 era dovuto alla sostituzione delle importazioni con prodotti nazionali. Solo il 6 per cento era dovuto all'aumento delle esportazioni.

Uno degli aspetti più preoccupanti dello sviluppo economico in India è che il volume della disoccupazione continua a crescere, in contrasto col terzo obiettivo della politica indiana. Nel 1978, l'anno più recente per il quale siano disponibili dei dati, la disoccupazione ammontava a 16,85 milioni di anni-uomo per le persone di età compresa fra i 15 e i 59 anni. Inoltre, il settore industriale moderno, con 25 anni di sviluppo pianificato alle spalle, dà lavoro soltanto a 26,5 milioni di persone, ossia al 9,7 per cento della forza lavoro. Nel decennio conclusosi col 1978 esso diede lavoro in media soltanto a 0,75 milioni di nuovi lavoratori all'anno, ossia all'11,5 per cento delle nuove forze di lavoro. Anche se questa cifra verrà raddoppiata a 1,5 milioni, cosa chiaramente impossibile nel prossimo futuro, coloro che elaborano le direttive dovranno trovare il modo di dare lavoro ad altri cinque milioni di giovani che ogni anno raggiungono l'età lavorativa. Attualmente in India i giovani sono spinti a poco a poco nel mondo dei disoccupati o dei sottoccupati a basso reddito. L'altra faccia del limitato assorbimento di forza lavoro nel settore moderno è lo straordinario fenomeno, unico nel suo genere nella storia dello sviluppo, costituito dal fatto che negli ultimi settant'anni in India la percentuale della forza lavoro occupata nell'agricoltura non è calata. Era del 72 per cento nel censimento del 1911 e del 74 per cento in quello del 1971. E stime attuali fanno pensare che oggi non sia molto inferiore.

Quanto alla equa ripartizione del reddito e delle ricchezze, il quarto degli obiettivi dell'India, ancora una volta il quadro è più tetro di quanto lo sia in quasi ogni altro paese. Attualmente si calcola che gli indiani a livello di povertà siano 309 milioni, ossia quasi la metà della popolazione. Per famiglie povere si intendono quelle che hanno un consumo mensile pro capite di meno di 65 rupie (circa 8 dollari) nelle zone rurali o di 75 rupie (circa 9 dollari) nelle aree urbane. Montek Ahluwalia, della Banca Mondiale, ha calcolato che nelle zone rurali il numero dei poveri è sceso dal 53 al 42 per cento nei primi anni sessanta, è risalito al 58 per cento alla fine degli anni sessanta ed è calato di nuovo al 48 per cento nel 1974. La proporzione non presenta quindi nessuna tendenza significativa. Il numero totale dei poveri nelle zone rurali conti-

Questa cartina dell'India presenta le tre zone geografiche del paese: una zona di picchi e di alture pedemontane himalayane a nord; la pianura indo-gangetica, formata da tre fiumi, l'Indo, il Gange e il Brahmaputra; infine un altopiano che si restringe a sud. Dal punto di vista politico, il paese è diviso in 22 stati più nove territori amministrati in parte dal governo di Delhi. Nel 1971, l'anno del più recente censimento, le città con più di un milione di abitanti erano nove: Calcutta, Bombay, Delhi, Madras, Hyderabad, Ahmadabad, Bangalore, Kanpur e Poona. La popolazione era per quattro quinti rurale. Il rettangolo azzurro al confine tra il Punjab e l'Haryana nell'India settentrionale indica la zona ripresa nell'immagine Landsat pubblicata a pagina 93.

Cinque indicatori dello sviluppo indiano sono presentati qui con lo stesso criterio adottato in altri articoli di questo fascicolo. Un fatto sorprendente che emerge da questi indicatori è che, nonostante un trentennio di industrializzazione, tre quarti della forza lavoro indiana trovino occupazione (o sottoccupazione) nell'agricoltura. Le cifre che figurano negli istogrammi relativi alla «diffusione del reddito» indicano che nel 1971 il decimo più ricco delle famiglie indiane possedeva il 51 per cento delle ricchezze, mentre il decimo più povero ne aveva il 2 per cento.

Le piramidi della popolazione dell'India *(in colore)* e degli Stati Uniti *(in nero)* mostrano il diverso modello dovuto alla maggiore fecondità e alla più elevata mortalità della nazione sottosviluppata. Per gli USA i dati sono stati elaborati dal Bureau of the Census. Per l'India si tratta invece di estrapolazioni dal censimento del 1971 e si riferiscono alla metà del 1978, quando le stime della popolazione davano la cifra di 656 milioni. Quell'anno, su ogni 1000 persone, in India ne sono morte 15 e ne sono nate da 34 a 36, e negli Stati Uniti ne sono nate 8,8 e ne sono morte 15,3.

nua per altro a crescere di circa cinque milioni l'anno a causa dell'aumento complessivo della popolazione.

In realtà la distribuzione delle ricchezze rurali è leggermente peggiorata nel periodo compreso fra gli anni finanziari 1961 e 1971. Il 10 per cento più povero delle famiglie indiane ha visto calare la propria parte di reddito dal già misero 2,5 per cento al 2 per cento, mentre il 10 per cento più ricco ha continuato ad avere il 51 per cento. E, nonostante le molte leggi, la ridistribuzione della terra è stata di entità trascurabile. A tutt'oggi sono stati ridistribuiti soltanto 600 000 ettari su una potenziale eccedenza legalmente distribuibile di almeno 2,3 milioni e forse anche 9 milioni di ettari. Nel settore urbano delle società per azioni la concentrazione di capitale sta procedendo di buon passo. Tra il 1969 e il 1976 la quota controllata dalle 20 società di maggiore rilievo è aumentata da 24,3 a 54 miliardi di rupie. Quest'ultima cifra indica che tali società controllavano il 64 per cento di tutto il capitale produttivo nel settore delle società private.

La mobilitazione delle risorse che ha contribuito all'industrializzazione dell'India è impressionante, qualunque sia il metro con cui la si misuri. Dal Primo al Quinto Piano, l'India è riuscita ad aumentare il proprio tasso lordo di investimenti dal 10,8 al 20,9 per cento del prodotto nazionale lordo. Nel frattempo il tasso lordo di risparmio interno è raddoppiato, passando dal 10,4 al 21,3 per cento. Tassi di quest'ordine di grandezza vengono raggiunti tipicamente soltanto da nazioni con un reddito pro capite compreso fra 400 e 500 dollari USA al valore del 1964. L'India vi è riuscita anche se alla metà degli anni settanta il reddito pro capite era inferiore ai 100 dollari USA. Questa impresa eccezionale ha avuto fra l'altro l'effetto di ridurre l'afflusso netto di risorse dall'estero dalla punta massima del 3 per cento del PNL nel Secondo Piano ad appena lo 0,8 per cento nel Quarto. E negli anni del Quinto Piano il concorso di parecchi fattori - la crescita accelerata delle esportazioni, una recessione interna e l'arrivo di grandi rimesse inviate da indiani che vivevano all'estero - ha contribuito a produrre un afflusso negativo di risorse: un aumento delle riserve di valuta estera tale da raggiungere alla fine di marzo del 1979 la punta massima assoluta di 73,57 miliardi di rupie. Questo importo era superiore dell'8 per cento al costo delle importazioni di tutto il precedente anno finanziario.

Il tasso degli investimenti è stato aumentato in India facendo ricorso a molte fonti. Una di queste è la tassazione. Il rapporto fra le entrate fiscali del governo e il prodotto nazionale lordo è aumentato, passando dal modesto 5 per cento dell'anno finanziario 1950 al 18,7 per cento dell'anno finanziario 1978. Si tratta di una cifra rilevante per una nazione a basso reddito. Circa il 38 per cento di quello che il governo spende attualmente va nell'accumulazione di

capitale e di recente l'accumulazione totale di capitale da parte del governo centrale e dei vari governi statali si è aggirata in media intorno al 41 per cento di tutto il capitale accumulato. Non si può certo considerarla una percentuale eccessiva per un paese povero in via di sviluppo, anche se, comprensibilmente, il settore privato critica tale politica perché toglie fondi agli investimenti privati.

Un'altra fonte di investimenti pubblici è il sistema finanziario nazionalizzato. (Quasi tutti gli istituti finanziari sono stati di fatto nazionalizzati.) Il sistema è costretto da una serie di leggi e di direttive a prestare al governo una parte elevata dei propri fondi. Dal Primo al Quarto Piano ben il 60 per cento di tutte le risorse affluite al governo da settori non governativi proveniva da istituti finanziari.

Le altre due fonti di finanziamento degli investimenti governativi, vale a dire i finanziamenti in deficit e gli aiuti stranieri, si sono andate riducendo. I finanziamenti in deficit, che costituivano il 20 per cento della spesa pubblica nel Secondo Piano, rappresentavano soltanto il 13 per cento nel Quinto Piano e si prevede che saranno solo del 4 per cento nel Sesto. Gli aiuti esteri, che in alcuni anni sono stati pari all''84 per cento della spesa pubblica, rappresentavano nel Quinto Piano soltanto il 14 per cento.

Quando l'India guarda al futuro sulla base di tendenze già stabilite, le prospettive più promettenti sono date dall'agricoltura. Negli anni sessanta la popolazione è cresciuta a un tasso medio annuo del 2,24 per cento. Il tasso degli anni settanta sarà noto soltanto quando saranno disponibili i risultati del censimento del 1981. Dati provvisori fanno pensare per altro che il tasso di crescita possa essere sceso al 2 per cento nel 1974 e all'1,97 per cento nel 1976. Il tasso che attualmente viene indicato anche nelle previsioni ufficiali «pessimistiche» relative agli anni che vanno dal 1981 al 1991 è dell'1,7 per cento. Intanto il tasso di crescita della produzione di cereali nel periodo compreso fra gli anni finanziari 1949 e 1977, esclusi due anni di estrema siccità alla metà degli anni sessanta, è stato del 2,57 per cento. Quello della produzione agricola complessiva è stato del 2,60 per cento. Se questi tassi venissero mantenuti, la produzione agricola pro capite dovrebbe continuare a crescere.

D'altra parte, il consumo pro capite di cereali è andato calando. È calato del 9 per cento nel periodo compreso fra gli anni finanziari 1961 e 1973. Le ragioni di questo declino sono ovviamente diverse per chi è povero e per chi non lo è. Per chi non è povero, si tratta del normale risultato di un aumento del reddito pro capite. Per i poveri esso riflette invece una persistente mancanza di potere d'acquisto. Se si ovviasse a tale mancanza, non si arriverebbe per altro a una scarsità di beni. Anche se il consumo pro capite di cereali del 25 per cento più povero della popolazione, che soffre notoriamente di una grave malnutrizione, dovesse salire fino a raggiungere il livello del 25 per cento più ricco, le attuali riserve e la futura produzione di cereali non farebbero nessuna fatica a soddisfare la domanda aggiuntiva.

Vi sono molte ragioni per ritenere che nel prossimo ventennio il tasso di sviluppo agricolo possa essere mantenuto a livelli del 2,5-2,6 per cento l'anno. Innanzi tutto, è possibile raddoppiare ulteriormente la quantità di terra che può essere irrigata, la quale passerebbe pertanto da 52 a 112 milioni di ettari, pari a quasi due terzi dell'attuale superficie coltivata. E per il 30 per cento delle terre agricole indiane situate in zone di elevate precipitazioni, il problema è costituito non tanto dalla mancanza complessiva di acqua, quanto piuttosto dall'uso inefficiente che se ne fa. Nelle restanti zone semiaride le speranze sono riposte nelle colture capaci di resistere alla siccità, nella coltivazione a solchi, nella sistemazione dei terreni in pendenza, nel riciclaggio della poca acqua disponibile e nell'allevamento di animali.

In secondo luogo, la resa produttiva dei campi coltivati sotto l'egida di un Programma nazionale dimostrativo è superiore di molte volte alla media corrente. Perfino nel Punjab, lo stato indiano in cui l'agricoltura è più avanzata, è possibile raddoppiare la produzione del frumento, che in altri stati può essere invece aumentata addirittura da tre a sette volte. Il raccolto del riso può essere aumentato da due a tredici volte nella stagione dei monsoni e da due a tre volte e mezza nella stagione asciutta. La produzione di jowar (il miglio indiano) può essere aumentata da due a undici volte, quella di mais da due volte a dieci volte e mezza, quella di arachidi da tre volte e mezza a cinque volte e mezza, e quella di patate, infine, da una volta e mezza a cinque volte e mezza.

Altre frontiere agricole si stendono in molte direzioni: sementi a elevata resa produttiva per le colture non cerealicole, sistemi a due o tre raccolti, recupero del suolo rovinato, riciclaggio dei rifiuti organici, fissazione biologica dell'azoto, controllo chimico e genetico delle erbacce e degli insetti nocivi e sfruttamento di fonti di energia rinnovabili e più economiche, quali il biogas e la radiazione solare. In quasi tutte le parti del paese è possibile aumentare di molte volte anche la produttività dell'allevamento di animali, delle zone di pesca, della silvicoltura e dell'orticoltura. L'India dispone attualmente di una ricerca agricola e di un sistema decentrato di assistenza tecnica autonomi e ben organizzati in grado, quindi, di fornire i mezzi per sfruttare le varie possibilità.

Per l'India le fosche previsioni di un crescente divario fra la domanda e l'offerta di generi alimentari, previsioni regolarmente divulgate da alcune agenzie internazionali, sembrano prive in realtà di qualsiasi fondamento. Solo nel caso di due o tre siccità successive che esaurissero le riserve cerealicole del paese l'India sarebbe costretta a rivolgersi alle riserve mondiali, ma anche allora la cosa avverrebbe soltanto in misura ridotta.

Nell'industria le prospettive sembrano molto più scoraggianti sulla base dei quattro indicatori economici, che sono l'aumento del rapporto tra investimenti e produzione, il basso tasso di profitto degli investimenti nel settore pubblico, il ridotto tasso di utilizzazione della capacità produttiva nei settori chiave e i lunghi periodi di gestazione necessari per creare nuove capacità produttive. È ovvio che questi quattro indicatori sono in stretto rapporto reciproco.

Nell'economia indiana nel suo insieme il rapporto fra nuovi investimenti e aumento della produzione è salito costantemente, passando da 3,6 nel Primo Piano a 6,2 nei primi tre anni del Quinto Piano. Sicuramente il fenomeno è dovuto in parte alla mutevole mescolanza di produzione e tecniche e in parte alle siccità e alle recessioni industriali. Una parte significativa, però, può essere attribuita a pura e semplice inefficienza. Il fenomeno spiega anche perché il rapporto fra gli investimenti e il prodotto nazionale lordo sia salito dall'11 al 21 per cento dal Primo al Quinto Piano, mentre il tasso di crescita aumentava solo dal 3,6 al 4,8 per cento. Se il rapporto fra capitali e produzione fosse rimasto ai livelli del Primo Piano, il tasso attuale degli investimenti produrrebbe una crescita vicina al 6 per cento.

Il basso margine di profitto degli investimenti nel settore pubblico è dimostrato dall'analisi dei dati di bilancio della Reserve Bank of India, da cui risulta che in anni recenti (gli anni finanziari compresi fra il 1970 e il 1975) il settore delle società private ha registrato in media un tasso di profitto di circa l'11 per cento di attivo netto, contro il 4,4 per cento delle società in mano al governo centrale e al 2,2 per cento di quelle in mano ai governi statali. Vi sono valide ragioni per le quali il profitto ricavato dagli investimenti nel settore pubblico è alquanto inferiore a quello degli investimenti privati. Spesso i prezzi amministrati di certi generi di prima necessità sono stati mantenuti al di sotto dei costi per una questione di carattere politico, in modo da tenere bassi i prezzi degli input di altre industrie. È il caso dell'acqua per l'irrigazione, dell'elettricità, del carbone, dell'acciaio, dei fertilizzanti e perfino dei prodotti petroliferi. Ancora una volta, però, pare che la ragione principale dei bassi profitti ricavati dagli investimenti pubblici sia l'inefficienza. Invece di produrre grandi eccedenze, il settore pubblico è diventato un peso per le risorse. Anno dopo anno l'imposizione fiscale si fa sempre più pesante per finanziare le perdite crescenti e i nuovi investimenti pubblici.

Il tasso di utilizzazione della capacità produttiva in India ha presentato un andamento a zig-zag. Dal 1970 al 1978 è stato in media del 78 per cento in tutte le industrie. In tre settori chiave, per altro (metalli base, compreso l'acciaio, macchinari non elettrici e attrezzature per i trasporti, che sono dominati dalle imprese pubbliche), oscillava dal 65 al 68 per cento. E nella generazione di elettricità, che fa parte quasi interamente del settore

pubblico, era solo del 44 per cento. Le cifre relative al solo anno finanziario 1977 rivelano lo stesso modello. In 17 settori in cui coesistono proprietà pubblica e privata, l'utilizzazione della capacità produttiva era dell'80 per cento nelle unità private e del 65 per cento in quelle pubbliche. E in 18 settori in cui l'intera capacità produttiva era gestita dal governo, l'utilizzazione era pari solo al 64 per cento.

Infine, i lunghi ritardi che si registrano nella costruzione di nuovi impianti industriali provocano l'*escalation* del costo dei capitali. Nel settore dell'acciaio, per esempio, si suppone che la realizzazione di due grandi impianti, prevista originariamente per il dicembre del 1976, avverrà con un ritardo variabile da quattro a sei anni. E il costo si prevede che salirà da 7,46 a 23 miliardi di rupie. Nel settore delle ferrovie, la completa attuazione di due progetti di conversione dello scartamento è stata differita di tre-quattro anni, e quattro progetti di elettrificazione hanno subito un rinvio di quattro-cinque anni. Due grandi progetti portuali sono stati portati a termine con sei anni di ritardo. La costruzione di numerosi progetti di generazione e trasmissione di energia elettrica ha attualmente ritardi variabili da sei a venti mesi. A causa di ritardi di questo tipo nei lavori di costruzione, il costo di 28 grandi progetti di irrigazione è aumentato di quasi tre volte, passando da 15 a 49 miliardi di rupie.

Questi fatti fanno pensare a una grave crisi organizzativa che limita lo sviluppo industriale generale dell'India. Nell'anno finanziario 1979, per esempio, la crescita industriale avrebbe potuto essere del 7-8 per cento se gli approvvigionamenti di combustibile, energia e mezzi di trasporto fossero stati sufficienti a permettere la massima utilizzazione della capacità produttiva degli impianti. Si tratta in realtà dello stesso tasso di crescita registrato dall'India negli anni del Secondo e del Terzo Piano. È il minimo di cui la nazione abbia bisogno per uno sviluppo equilibrato di tutti i settori. Ed è anche il livello di sviluppo che l'India potrebbe mantenere nei prossimi decenni con una migliore organizzazione.

Il ristagno dovuto alle strozzature nelle forniture di combustibile, energia e mezzi di trasporto si unisce a una crisi crescente nelle relazioni industriali. Più di 20 milioni di giornate lavorative si sono perdute ogni anno, negli ultimi tre anni, a causa di vertenze tra lavoratori e datori di lavoro; inoltre sono in aumento i casi di violenza e di sabotaggio nelle industrie.

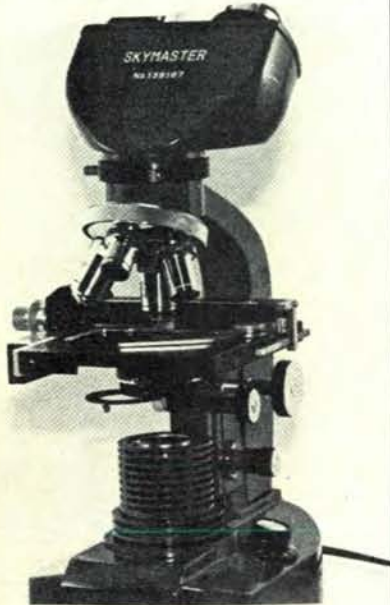
Per alcuni di questi problemi le risposte sono ovvie. Nei settori del carbone e dell'energia elettrica si può tentare un dualismo competitivo, dando in appalto ai privati la direzione di una parte della capacità produttiva di tali settori.

Per promuovere la pace industriale sarebbe bene fissare per i contratti salariali delle direttive nazionali, che dovrebbero collegare l'aumento dei salari all'aumento di indici obiettivi di produttività di ogni industria e all'aumento degli indici del costo della vita fissati da gruppi di esperti. Tutte le volte che la contrattazione collettiva non riuscisse a trovare uno sbocco positivo, dovrebbe essere obbligatorio il ricorso all'arbitrato. Le decisioni dell'arbitrato dovrebbero non solo conformarsi alle direttive nazionali, ma dovrebbero anche essere prese con rapidità e fatte rispettare con rigore.

L'ostacolo maggiore che si oppone alla crescita industriale in India è l'eccessivo controllo burocratico. I materiali di importanza fondamentale sono razionati, il credito è razionato, la valuta estera è razionata, tutti i grandi investimenti vengono autorizzati dopo lunghe trafile, la legislazione sindacale è eccessivamente protettiva, le imposte sono numerose e complicate e le aliquote sono elevate, tutti i prezzi fondamentali sono amministrati centralmente, lo sviluppo degli impianti (e anche la piena utilizzazione della loro capacità produttiva) è limitata, centinaia di articoli sono riservati a piccole unità, o quantità fisse di materiale vengono destinate indiscriminatamente a unità piccole e grandi, gli investimenti delle grandi aziende sono fortemente limitati, le collaborazioni estere sono soggette alla concessione di un'autorizzazione, e vengono posti dei limiti all'ubicazione delle industrie. Corpi di burocrati generici, la cui preparazione segue ancora oggi la tradizione storico-letteraria-signorile inglese, operano questi controlli di marca apparentemente socialista, ed eserciti di ispettori si fanno dare una tangente per permettere ai produttori di produrre. Il fatto che in queste condizioni gli imprenditori indiani riescano in un modo o nell'altro a gestire la propria parte del sistema di produzione industriale non può non destare meraviglia.

Ovviamente alcune di queste norme sono necessarie dal punto di vista sociale, ma molte sono assolutamente antifunzionali e dovrebbero essere eliminate o almeno semplificate sulla base dei suggerimenti espressi da una commissione nominata proprio a questo proposito. Bisogna che in India coloro che elaborano le direttive si rendano conto prima o poi che il sistema di controlli in vigore da trent'anni a questa parte non ha portato né a un elevato livello di sviluppo né alla riduzione della povertà o della disparità nella ripartizione del reddito. Non sarebbe male pertanto mettere alla prova un sistema meno rigido. Nel medesimo tempo si può migliorare l'organizzazione del settore pubblico togliendola ai burocrati generici e affidandola a enti autonomi di dirigenti e tecnocrati professionisti. Almeno 15 delle 142 aziende del governo centrale sono riuscite a mantenere l'autonomia e un elevato livello di professionalità, e queste aziende vantano un buono stato di servizio sul piano del rendimento. Si tratta di aziende che operano nel campo dell'aviazione internazionale, del macchinario elettrico pesante, del petrolio e del gas, dei fertilizzanti, del commercio interstatale e della finanza agricola.

Certamente, le strozzature negli approvvigionamenti, i problemi della manodopera e la scarsa capacità organizzativa sono solo una parte della storia. Anche la mancanza di potere d'acquisto ha limitato lo sviluppo economico del paese. Dai dati di recenti indagini sui consumi risulta che la metà povera della popolazione incide soltanto per il 19 per cento sulla spesa aggregata dei consumi. Il restante 81 per cento è controllato dalla metà non povera. Il contrasto è acora più marcato nel campo dell'alimentazione e dell'abbigliamento. La metà povera spende più di due terzi del proprio bilancio nell'acquisto di generi alimentari, eppure la sua parte nella spesa complessiva per l'alimentazione è soltanto un terzo del totale. Nel caso del vestiario la sua parte nella spesa totale è addirittura del 9 per cento. Con una distribuzione così asimmetrica del potere d'acquisto, non sorprende l'esistenza di eccedenze alimentari in mezzo a una malnutrizione di massa e di un lento sviluppo dell'industria tessile e di altre industrie produttrici di beni di consumo. La verità pura e semplice è che la metà povera della popolazione indiana ha enormi bisogni non soddisfatti, ma non è quasi presente sul mercato.

Questo porta al tema di precise politiche antipovertà. Dopo un lungo periodo di prove e riprove, l'India ha oggi le conoscenze e l'esperienza diretta acquisita in circa mezza dozzina di casi in cui è riuscita a ridurre in misura notevole la povertà e la disoccupazione rurale. L'esempio più

energia e materie prime

Rivista bimestrale di politica, scienza ed economia

diretta da Felice Ippolito e Giorgio La Malfa

Si propone di affrontare la complessa problematica politica, economica e scientifica inerente alle fonti di energia e alla loro utilizzazione. L'obiettivo è quello di contribuire a definire, a mettere in moto e a promuovere l'applicazione di una politica che segua due direttive principali: la ricerca di vie e modi per ridurre la dipendenza del nostro sviluppo economico interno da approvvigionamenti costosi di energia e materie prime; l'individuazione delle possibilità offerte dalle moderne tecnologie per la produzione e la conservazione dell'energia e per una migliore gestione delle risorse.

prezzo di un fascicolo L. 4000

abbonamento annuale L. 20.000

nelle principali librerie

o effettuando versamento sul c.c.p. 5/6261

intestato a:

La Nuova Italia Editrice - Firenze

importante a questo proposito è il recente programma di irrigazione accelerata (2,5 milioni di ettari all'anno) e la promozione dell'uso dei fertilizzanti. Questo programma assorbe direttamente almeno 0,44 milioni di anni-uomo di manodopera rurale all'anno. Sarà necessario, peraltro, far sì che le fattorie piccole ed economicamente marginali abbiano la loro giusta parte di fertilizzanti, di pompe e di acqua dei nuovi canali.

Il secondo programma che fa sperare in una buona riuscita è l'Employment Guarantee Scheme (EGS) dello stato di Maharashtra, che sta creando per le popolazioni rurali più povere 160-180 milioni di giorni-uomo di lavoro (ossia da 533 000 a 600 000 anni-uomo di 300 giorni ciascuno) a un salario minimo. Più di quattro quinti del bilancio dell'EGS vengono spesi nell'irrigazione, nella protezione del suolo e nell'imboschimento. L'impostazione dell'EGS dovrebbe essere estesa al più presto possibile a tutte le parti del paese, e in particolare alle zone di estrema povertà. Queste sono localizzate negli stati centrali, nelle terre aride occidentali e alla periferia himalayana a nord. Solo nell'ambito della filosofia dell'EGS lo stato accetta la responsabilità morale, legale, tecnica, finanziaria e organizzativa di fornire ai poveri per un periodo di tempo ben definito un'occupazione garantita con una retribuzione a livello di povertà. In India sarebbe possibile assorbire tutta l'attuale disoccupazione a un costo diretto di 30 miliardi di rupie all'anno, che è meno di un quarto dell'attuale spesa annuale del piano.

Per promuovere il lavoro autonomo, l'impostazione più promettente è quella dell'*Antyodaya* (redenzione degli ultimi e dei più umili), adottata dallo stato di Rajasthan. Nel quadro di questo progetto 160 000 famiglie fra le più povere hanno acquisito nello spazio di due anni dei beni che producono reddito, come pompe, animali da latte, pecore, carri trainati da buoi, carri trainati da altri animali, telai e macchine per cucire.

Un quarto progetto che promette bene è quello della Small Farmer Development Agency, in base al quale sei milioni di contadini con un appezzamento di terra inferiore ai due ettari hanno ricevuto prestiti a tassi preferenziali. In molti distretti in cui questo progetto è ben amministrato centinaia di migliaia di contadini si sono sollevati al di sopra della linea della povertà. Se esso venisse esteso ogni anno ad altri quattro milioni di contadini, in un solo decennio verrebbe coperto tutto il settore agricolo marginale.

Un quinto modo di affrontare il problema è costituito dal Food-for-Work Program (FWP), che crea posti di lavoro retribuiti in parte o anche interamente con cereali. Una norma prudente sarebbe di un anno-uomo di lavoro per ogni tonnellata di cereali pagati, e in un anno di clima normale dovrebbero essere sborsati quattro milioni di tonnellate (il doppio del livello di sborso dell'anno finanziario 1979), creando lavoro per quattro milioni di persone. Negli anni di siccità gli sborsi potrebbero essere aumentati ulteriormente. Il Food-for-Work Program è il modo migliore per assorbire l'eccedenza di manodopera rurale, per creare o restaurare beni rurali e per migliorare la quantità di cibo dei più poveri. In via indiretta, esso pone effettivamente un tetto alle tariffe salariali rurali.

Un sesto progetto è costituito dall'Operation Flood. Si tratta di un'inondazione di latte. Le mucche vengono inseminate artificialmente in modo da produrre razze migliori. Il loro latte viene comprato dal governo a un prezzo stabilito, messo in fresco, imbottigliato e venduto nelle città. L'analogo progetto Flood II, che ha avuto un chiaro successo negli stati di Gujarat e di Rajasthan, ha interessato quattro milioni di famiglie produttrici di latte nell'anno finanziario 1978 e ne interesserà 10 milioni di qui al 1985. Le famiglie, con un minimo di base terriera, sono state in grado in tre anni di sollevarsi al di sopra della linea della povertà.

Insieme, questi sei progetti hanno il potenziale per creare ogni anno circa cinque milioni di anni-uomo di nuovo lavoro, che andrebbero ad aggiungersi ai posti di lavoro che eventualmente potrebbero essere creati da altri programmi ad alta intensità di manodopera. Con cifre di quest'ordine di grandezza, l'occupazione potrebbe assorbire quasi tutte le nuove leve che si presentano ogni anno sul mercato del lavoro rurale. In ultima analisi questi programmi potrebbero interessare la maggior parte dei poveri, e il fatto che in realtà essi vengano realizzati nella maniera giusta dipenderà dal grado effettivo di politicizzazione e di sindacalizzazione dei poveri.

Le prospettive generali dello sviluppo economico dell'India rimangono ignote. Le risorse e le conoscenze per sradicare la povertà esistono. La loro mancata utilizzazione è puramente organizzativa. Il sistema politico indiano semplicemente non ha prodotto una classe dirigente ben informata e abbastanza sincera da rompere la sindrome di lento sviluppo e crescente povertà. Una rivoluzione in India è improbabile, e, se proprio ne scoppiasse una, essa probabilmente porterebbe al potere una giunta dittatoriale feudale, non comunista e ancora più ignorante e ipocrita dei rappresentanti eletti. Al pari di molte dittature africane e latino-americane, una dittatura indiana potrebbe forse aumentare il tasso di crescita, ma anche la povertà continuerebbe a crescere. Il problema indiano della povertà è troppo grande per poter essere risolto dal dittatore medio poco illuminato.

L'economia - la «scienza triste» - può prevedere per l'India o la tendenza certa di uno sviluppo lento e di una crescente povertà o le molte possibili sceneggiature di uno sviluppo rapido e di uno sradicamento della povertà. Quale di queste sceneggiature si concreterà in realtà dipenderà dai cambiamenti che si potranno verificare nella classe dirigente. E questi sono nel grembo degli dei.

Lo sviluppo economico della Tanzania

Questo paese, uno dei più poveri del mondo, si è impegnato a diventare uno stato industriale moderno rimanendo fedele però ai tradizionali valori dell'«ujamaa», la società intesa come estensione della famiglia

di Robert B. Mabele, William M. Lyakurwa, Beno J. Ndulu e Samuel M. Wangwe

In Tanzania, una nazione di recente formazione situata sulla costa orientale dell'Africa equatoriale, circa 18 milioni di persone, che costituiscono la popolazione più povera del mondo, si sono prefisse di condensare 10 000 anni di storia nel breve arco di tempo di una vita. Da un ordine sociale fondato sul «clan», ossia su un insieme di persone che dichiarano di discendere da un comune antenato, e su una precaria sussistenza fornita da una tecnologia pastorale e agricola rimasta ancora ferma alla vanga e alla zappa, i tanzaniani sono ora avviati ad acquisire piena cittadinanza autonoma in uno stato nazionale e il completo controllo degli strumenti della tecnologia industriale. Un'impresa del genere non ha né modelli né precedenti nella storia. E, ciò che più conta, i tanzaniani non si accontentano di mirare a un aumento facilmente misurabile della produttività della loro forza lavoro e al miglioramento del loro tenore di vita. No, essi guardano ancora più lontano. Il loro obiettivo, così come è stato formulato chiaramente dagli uomini che sono alla guida del paese, è quello di cercare di realizzare, nella massima prosperità materiale garantita dalla tecnologia industriale, i valori inculcati dal loro modo di vivere tradizionale, vale a dire la lealtà e il rispetto reciproci e la «cooperazione nel processo produttivo e la suddivisione in parti uguali della ricchezza». Nel vocabolario della scienza politica, questo significa l'inesistenza dello sfruttamento dell'uomo da parte dell'uomo, la proprietà pubblica dei più importanti mezzi di produzione e la ripartizione e l'equiparazione delle ricompense economiche. Gli osservatori americani ed europei l'hanno definito «socialismo». I tanzaniani lo chiamano con la parola swahili *ujamaa*: la società intesa come famiglia estesa, l'ideale della *«familyhood»*.

Gli indicatori convenzionali rivelano che nei vent'anni trascorsi dalla sua fondazione, avvenuta nel 1961, la Tanzania ha fatto dei progressi. L'aumento della produzione agricola e industriale è stato sempre superiore alla crescita della popolazione, con conseguente aumento dei consumi pro capite. Particolarmente significative sono le cifre relative al calo della mortalità infantile, all'allungamento della speranza di vita e all'aumento del tasso di alfabetizzazione. Che queste tendenze siano destinate a continuare sembra assicurato dalla stabilità del governo del paese sotto la presidenza di Julius K. Nyerere, uno dei leader più stimati della nuova Africa. Una gerarchia ben strutturata di banche statali e di società statali di sviluppo e di gestione porta avanti, in collaborazione con imprese private nazionali ed estere, l'opera di trasferimento della tecnologia. In un futuro non lontano la Tanzania si propone di raggiungere uno sviluppo economico autonomo e la realizzazione del secondo dei valori affermati dalla parola d'ordine nazionale *ujamaa na kujitegemea*: fare assegnamento su se stessi.

I lettori che ricordano la carta geografica appesa al muro dell'aula scolastica, che presentava in color rosa le terre sulle quali il Sole non tramonta mai, riconosceranno nella Tanzania l'ex territorio inglese del Tanganyca, unito oggi a Zanzibar, una grande isola al largo della costa. Il paese comprende alcuni dei paesaggi più belli dell'Africa fra i grandi laghi - Vittoria, Tanganyca e Niassa - della Great Rift Valley e l'oceano Indiano. La diversità delle caratteristiche del terreno, per cui si passa dalle spiagge ombreggiate dalle palme alla piana di Serengeti a circa 1500 metri di altitudine, habitat della più grande concentrazione di animali allo stato libero che esista sulla Terra, permette sia il tipo di agricoltura possibile nelle zone temperate sia quello adatto alle zone tropicali, in una fascia compresa fra 10 gradi a nord e 10 a sud dell'equatore. In linea di massima, la distribuzione della popolazione è stata determinata dal livello delle precipitazioni e dalla disponibilità di acqua. La gente si è raccolta alla periferia del paese, lungo le sponde del mare e dei laghi e

La lunga fascia di vulcani che si stende lungo una delle maggiori diramazioni della Great Rift Valley nella Tanzania settentrionale, e che nella pagina a fronte viene presentata in un'immagine Landsat a falsi colori accentuati dal calcolatore, ha avuto una profonda influenza sull'ecologia della campagna circostante, che mantiene in vita una fauna straordinariamente abbondante di animali di grossa taglia che vivono allo stato libero. I tre laghi più grandi di questa immagine sono il Natron a nord *(in alto)*, il Manyara a sud e l'Eyasi a sud-ovest. La zona color rosso vivo in basso a destra comprende gli altipiani del cratere Ngorongoro, coperti di vegetazione, che sono sede di parecchi vulcani attivi, alcuni dei quali sono franati, formando delle caldere. La caldera più grande del gruppo, il cratere Ngorongoro, è quella, situata vicino all'estremità meridionale, che ospita un lago. Ha un diametro di circa 16 chilometri ed è profonda circa 700 metri. Sul fondo della caldera vivono elefanti, leoni, rinoceronti, gnu e zebre. Il picco scuro all'estremità settentrionale degli altipiani, proprio a sud del lago Natron, è l'Oldoinyo Lengai, l'unico vulcano della zona attualmente attivo. A sinistra c'è la piana di Serengeti, una distesa ondulata di praterie famosa per i suoi numerosi branchi di animali selvatici migratori. L'eccezionale fertilità del suolo della Serengeti è rinnovata da occasionali cadute di cenere delle eruzioni che avvengono negli altipiani. L'Olduvai Gorge, uno dei parecchi siti della zona in cui sono stati scoperti i resti fossili di antichi ominidi, si trova sul fianco occidentale degli Ngorongoro Crater Highlands, proprio a sud di questa immagine ripresa dal satellite artificiale. La regione nel suo insieme è il centro dell'industria turistica tanzaniana.

sugli altipiani piovosi del sud e del nord intorno al Kilimangiaro, la più alta montagna dell'Africa, eternamente coperta di ghiacci. Più del 70 per cento della popolazione vive sulla terra della propria tribù in case col tetto di paglia, che ognuno si costruisce da solo secondo uno schema che varia da una regione all'altra, in modo da poter sfruttare i materiali locali e ottenere il massimo comfort nel clima locale. Il carattere duraturo dell'istituzione tribale è evidente nell'estrema differenziazione che esiste fra le varie comunità tribali in fatto di cultura, organizzazione sociale e lingua. Quasi tutte le lingue però si basano sulla grande lingua bantù dell'Africa orientale e la maggior parte della popolazione oggi sa leggere e scrivere in swahili, che è la lingua franca e ufficiale del paese.

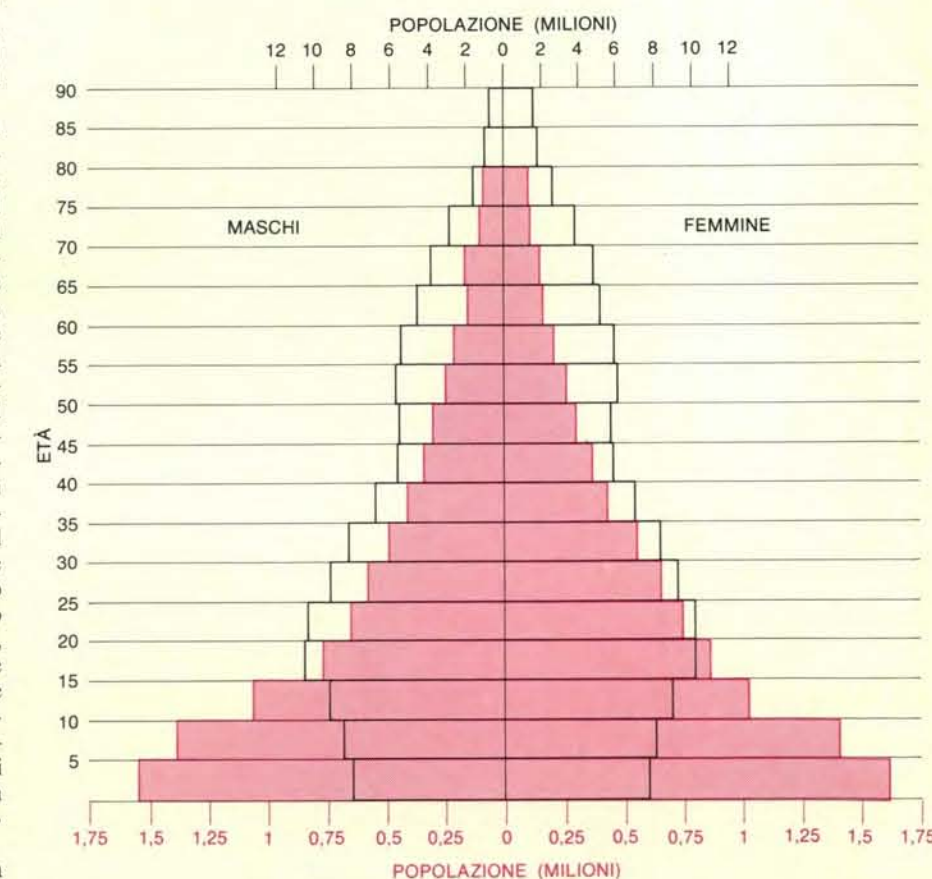
Lo swahili, una lingua espressiva in grado di adattarsi pienamente all'esperienza di vita di questo secolo, è esso stesso un bantù arricchito da apporti di lingue arabe ed europee che rivelano un lungo passato. In questa parte del mondo i viaggiatori approdarono sin dai tempi più antichi, portati dai monsoni, che nella zona soffiano costantemente verso sud da dicembre a febbraio e verso nord da aprile a settembre. A quanto si dice, i fenici, gli antichi greci e i cinesi visitarono a più riprese la regione. Scavi archeologici hanno rivelato che già nel primo secolo dopo Cristo degli immigranti provenienti dall'Arabia e dalla Persia incominciarono a fondare colonie su tutta la costa dal Corno d'Africa al fiume Limpopo, che oggi segna il confine tra l'Africa in cui il governo rappresenta la maggioranza della popolazione e il Sudafrica, il cui governo è invece espressione di una minoranza. Gli immigranti si mescolarono e si imparentarono per matrimonio con le popolazioni africane indigene. Queste colonie afro-arabe difesero gelosamente la propria indipendenza e procedettero a scambi commerciali fra di loro, con le tribù dell'interno e, a nord, col mondo esterno. Il commercio riguardava prodotti locali come l'avorio, l'oro e le spezie, nonché la vendita degli schiavi. Nel Seicento quelle colonie il cui territorio corrispondeva all'odierna Tanzania e alla zona più a sud caddero per breve tempo sotto il dominio dei portoghesi, che alla fine furono soppiantati dalle forze dello stato arabo di Oman. Gli omanidi dominarono la costa per quasi due secoli.

La prima sfida alla dominazione araba venne attorno al 1870 da parte dei missionari europei, che si avventurarono nell'interno per aprire missioni e scuole. (Il loro successo si riflette nella prevalenza dei nomi cristiani tra le famiglie dell'interno, in contrasto con i nomi e a volte anche con i cognomi islamici tipici delle zone situate lungo le sponde del mare e dei laghi della Tanzania.) Nella baraonda imperialistica che chiuse il diciannovesimo secolo, il kaiser Guglielmo II riunì il Tanganyca, il Burundi e il Ruanda nell'Africa Orientale Tedesca. I tedeschi lavorarono sodo per fare del loro impero un successo: costruirono le prime strade ferrate del paese e riuscirono a immettere sul mercato mondiale i primi prodotti delle piantagioni all'europea. Incominciarono con il cotone e con il tabacco e in seguito introdussero la coltivazione della gomma, del caffè e della sisal (nome commerciale dell'*Agave sisalana*). Prima con la forza e poi con le tasse essi costrinsero la popolazione a cercare lavoro nelle loro piantagioni. Con gli stessi metodi indussero poi la popolazione a curare sulla propria terra delle *Volkskulturs*, «colture popolari» minori.

Subentrati ai tedeschi dopo la prima guerra mondiale, gli inglesi unirono il Tanganyca (meno il Burundi e il Ruanda, che a ovest facevano parte del Congo Belga) ai loro territori del Kenia e dell'Uganda sotto una Joint East African High Commission. Nel quadro dello sviluppo incoraggiato da questa sistemazione - co-

Carta della Tanzania, che presenta le 19 regioni amministrative della terraferma, le isole di Pemba, Zanzibar e Mafia, i fiumi più importanti, i grandi laghi (Vittoria, Tanganyca e Niassa), i porti di Tanga, Dar es Salaam e Mtwara e le principali città dell'entroterra.

Dar es Salaam, che nel 1979 aveva 851 522 abitanti, è la capitale e il principale centro industriale e finanziario del paese. Entro il 1990 la capitale verrà trasferita a Dodoma. Il rettangolo azzurro sovrapposto alla cartina indica la regione ripresa nella pagina precedente.

Raffronto fra cinque indicatori dello sviluppo in Tanzania e dati statistici relativi agli Stati Uniti. In Tanzania nel 1977 la speranza di vita era di 48 anni, contro i 37 del 1960. Il tasso di mortalità infantile era del 152 per 1000 nel 1977, contro il 190 per 1000 del 1960. Nel 1977 il PNL pro capite era di 250 dollari, meno del 3 per cento di quello americano. Il ventesimo più ricco di tutte le famiglie tanzaniane ha un reddito netto superiore di nove volte a quello del ventesimo più povero. Negli Stati Uniti il ventesimo più ricco ha un reddito (al lordo delle imposte) superiore di venti volte a quello del ventesimo più povero. La forza lavoro tanzaniana è occupata per l'84 per cento nell'agricoltura, per il 10 per cento nei servizi e per il 6 per cento nell'industria.

La piramide della popolazione tanzaniana *(in colore)* suddivide la popolazione del 1978 per età e per sesso. (La corrispondente piramide della popolazione USA è in nero.) La popolazione totale della Tanzania era di 17 528 000 unità con un aumento del 42 per cento rispetto al 1967. La distribuzione geografica dei tanzaniani è irregolare: due terzi vivono su un decimo del territorio, la maggior parte nell'isola di Zanzibar e nei distretti del Kilimangiaro e di Mwanza. Le regioni di Tabora e Ruvuma e il distretto di Nachingwea sono quasi disabitate. La densità varia da 134,2 persone per chilometro quadrato a Zanzibar a 4,6 a Tabora.

struzione di altre strade e ferrovie, istituzione di servizi di ricerca in agricoltura e in veterinaria, creazione di un'aviolinea congiunta, e così via - il Tanganyca fece la parte di Cenerentola. La parte del leone la fece invece il Kenia, la cui popolazione contava un maggior numero di coloni, seguito dall'Uganda. Dopo aver ottenuto l'indipendenza, i tre paesi cercarono di mantenere la loro associazione economica, ma la Comunità dell'Africa Orientale si rivelò di breve durata.

La Tanzania non deve molto, se non in senso negativo, al retaggio dell'imperialismo. Le piantagioni diedero lavoro solo a una piccolissima percentuale della forza lavoro potenziale; la maggior parte della popolazione continuò come se niente fosse successo a praticare un'agricoltura di sussistenza. Le colture commerciali costituivano, sì, ancora la principale fonte di introiti in valuta estera della nazione, ma la cosa era dovuta all'aumento della produzione e delle esportazioni contro un calo costante dei prezzi mondiali dei prodotti agricoli e un aumento costante dei manufatti dei paesi sviluppati. Al momento dell'indipendenza il settore industriale aveva una parte ancora più piccola nell'economia. Esso era costituito soltanto da 220 imprese con più di 10 dipendenti e con un capitale di almeno 40 000 dollari. Queste imprese erano impegnate nella lavorazione di merci destinate all'esportazione (scortecciatura della sisal e sgranatura del cotone) o alla produzione di beni di consumo manufatti di secondaria importanza per l'élite cittadina di Dar es Salaam, Tanga, Arusha e Mwanza. Meno del 4 per cento del prodotto nazionale lordo derivava da queste imprese, le quali davano lavoro a un numero corrispondentemente ridotto di persone. Le città, in quanto isole di potere coloniale, importavano quasi tutto ciò di cui avevano bisogno, compresi i generi alimentari. Soltanto pochi elementi della popolazione indigena sapevano leggere e scrivere (in inglese) ed erano addestrati perfino a svolgere quelle mansioni che erano utili ai colonialisti.

La politica dell'*ujamaa na kujitegemea* non nacque come programma completo in tutte le sue parti il 9 dicembre 1961, il giorno cioè in cui il paese acquistò l'indipendenza sotto la guida del partito TANU (Tanganyka African National Union) e del suo capo Nyerere, ma si evolse a poco a poco sulla base dell'esperienza dei primi anni di indipendenza. La sua prima enunciazione concreta si ebbe nella Dichiarazione di Arusha in occasione della conferenza del partito tenutasi in quella città nel 1967. Tale politica è diretta anzitutto a favorire lo sviluppo rurale e dà all'agricoltura il diritto prioritario all'uso delle risorse umane e materiali disponibili. Nell'agricoltura come nel settore industriale, tuttavia, il ritmo dello sviluppo dev'essere misurato in base alla produzione. E il curriculum non è certo fenomenale. Ciò nonostante, esso mette in rilievo l'esperienza in cui tale politica si è evoluta.

Qualunque analisi della produzione agricola del paese deve tener conto del fatto che gran parte di essa non viene registrata in quanto viene consumata dai produttori e non arriva mai sul mercato. Per le colture commerciali non commestibili, come il cotone, la quantità immessa sul mercato è invece molto vicina alla produzione totale. Per le colture alimentari la produzione immessa sul mercato può essere soltanto indicativa del totale. C'è da supporre che, in risposta all'incentivo di prezzi più elevati, i contadini cerchino di accrescere la sovrapproduzione commerciabile e quindi la produzione totale di una certa derrata. Dato però che le eccedenze arrivano sul mercato attraverso le preposte autorità agricole, in Tanzania si può fare affidamento sui dati ufficiali.

Questi istogrammi si riferiscono alle importazioni in Tanzania da tutti i paesi, a eccezione di quelli dell'Africa orientale, nel 1964 *(in alto)* e nel 1978 *(in basso)*. È evidente il successo della campagna di sostituzione delle importazioni indetta dal governo tanzaniano, che mirava a ridurre l'importazione di beni di consumo e ad accrescere quella di macchinari. Le importazioni di tessuti e di vestiti, che nel 1964 costituivano il 16,7 del totale, sono scese nel 1978 al 4,6 per cento. Sebbene in quello stesso periodo le importazioni di generi alimentari, bevande e tabacco siano salite dal 6 al 6,3 per cento, la domanda di questi prodotti è cresciuta negli anni considerati in misura molto maggiore, in quanto il tenore di vita della popolazione ha subito un aumento. Le importazioni di macchinari sono passate dal 14,7 al 28,8 per cento.

Questo villaggio del distretto di Monduli nella regione di Arusha (Tanzania settentrionale) fu colonizzato alla metà degli anni settanta nell'ambito del programma di «villaggizzazione» del governo. I muri delle case sono costituiti da pali coperti di argilla e di terriccio. Il tetto è di paglia. Il pavimento e le fondamenta sono di argilla e fango ricoperti da un sottile strato di sterco di vacca, che rende liscia e dura la superficie. Questo villaggio è abitato da una popolazione tradizionalmente nomade. Oggi solo i giovani di sesso maschile si spostano guidando il bestiame nelle terre da pascolo stagionali. La fotografia, del 1979, è di Alan G. Johnston, della Università della North Carolina a Chapel Hill.

Le colture commerciali destinate alle esportazioni mostrano costantemente la tendenza più scoraggiante. La produzione della sisal, che un tempo era la principale coltura d'esportazione del paese, è calata di metà nel decennio 1970-1979. La concorrenza delle fibre di polipropilene ha ridotto i prezzi mondiali della sisal a una piccola frazione del massimo registrato agli inizi degli anni cinquanta. Le fluttuazioni della produzione del tè e del caffè riflettono analogamente le oscillazioni dei prezzi mondiali. Uno dei fattori che contribuiscono a spiegare la crescita fiacca della quantità complessiva delle eccedenze da immettere sul mercato va ricercato per altro nella tendenza del paese all'autosufficienza in fatto di produzione alimentare e nello sforzo di colmare il divario che separa, dal punto di vista del reddito, le zone che producono colture alimentari. Negli ultimi anni il governo ha aumentato ripetutamente i prezzi delle colture alimentari pagati ai produttori. In risposta a questi incentivi, i contadini stanno abbandonando le colture commerciali per dedicarsi a quelle alimentari. La perdita di divise (cambiali, tratte, assegni e così via) estere, che in parte è stata ingannevole data la depressione mondiale dei prezzi dei prodotti del suolo, è stata compensata in una certa misura dal miglioramento dell'alimentazione dei contadini, ammesso che un aumento del surplus commerciabile delle colture alimentari possa davvero indicare un aumento della produzione totale.

Sebbene in questo modo si possa accreditare un certo successo alla politica tendente all'autosufficienza nella produzione alimentare, le estreme fluttuazioni registrate da un anno all'altro in certe colture essenziali quali il mais, il riso e il frumento non si spiegano soltanto con gli incentivi di carattere economico. In Tanzania l'agricoltura si basa ancora sulla zappa. L'aumento della produttività per ettaro e per ora-uomo richiede naturalmente degli input di tecnologia agricola moderna. Quasi subito però ci si rese conto che, per rendere disponibili nei campi quegli input, erano necessari dei mutamenti di fondo nel modo di vivere degli abitanti della Tanzania.

L'ubicazione di una casa in una comunità contadina tanzaniana non è legata alla disponibilità di acqua, di energia o di servizi sanitari. I membri di un clan costruiscono la loro casa più o meno a proprio piacimento sul territorio del clan stesso. Sebbene la terra sia posseduta in comune, ciò che ogni famiglia produce è suo, salvo quello che è dovuto agli altri in base al principio dell'aiuto reciproco e dell'identità con la famiglia parentale estesa.

In Europa e in America, sia sotto il socialismo sia sotto il capitalismo, i mutamenti dei costumi di gruppo provocati dalla rivoluzione tecnologica in agricoltura hanno portato alla scomparsa del contadino e alla trasformazione della fattoria in fabbrica o in azienda. Questo è incompatibile con la strada scelta dalla Tanzania, e il governo doveva impararlo con l'esperienza. Subito dopo l'indipendenza si pensava che fosse possibile modernizzare l'agricoltura creando nuovi insediamenti rurali ad alta intensità di capitale. Questi insediamenti però non ebbero successo, non solo perché richiedevano notevoli investimenti, ma anche perché i nuovi «coloni» non li sentirono mai come cosa loro.

Con la Dichiarazione di Arusha fu adottato un nuovo metodo. I contadini dovevano essere incoraggiati a vivere e lavorare insieme di propria iniziativa in villaggi *ujamaa*. Questi villaggi furono organizzati effettivamente, e in numero notevole (110 a tutto il 1972), con lavoratori appartenenti al partito TANU pronti a motivare e a guidare il nuovo tentativo. In alcuni villaggi i contadini si impegnarono con tutta la buona volontà nella produzione comune, mentre in altri, soprattutto in quelli organizzati in seguito alle pressioni del partito e del governo, lo sforzo fu minimo. Anche la ripartizione della produzione fu diversa da un posto all'altro; alcuni villaggi seguirono il principio «a ciascuno secondo le sue capacità», altri il principio «a ciascuno secondo i suoi bisogni». Coloro i quali fecero il massimo sforzo per la produzione comune ottennero risultati che li incoraggiarono a continuare e in alcuni casi ad aumentare la loro produzione. Molti villaggi, d'altro canto, si estinsero.

Nel 1972 era ormai evidente che il «movimento dei villaggi» procedeva a un passo troppo lento per portare alla trasformazione della Tanzania rurale. Pur essendo convinti che l'impegno nei confronti della produzione comune dovesse rimanere volontario, gli uomini al potere decisero che bisognava fare qualcosa di più radicale per convincere la gente almeno a vivere insieme. Al proposto villaggio minimo di 250 famiglie sarebbe stato economicamente possibile da parte del governo fornire non solo gli input di capitale e i servizi di assistenza tecnica all'agricoltura, ma anche certi servizi sociali essenziali quali i dispensari medici e le scuole.

Venne dato il via a una campagna di «villaggizzazione» e, negli anni che seguirono, fu portato a termine un massiccio trasferimento di popolazione rurale. (La Banca Mondiale, che si sforza di fare qualcosa per i 400 milioni di esseri umani più poveri del mondo, ha sollecitato di recente altri paesi a compiere un'azione analoga.) Ovviamente i capi locali furono esortati a consultare i contadini a proposito del luogo e del momento del loro trasferimento. Ciò nonostante, alcuni capi troppo zelanti, desiderando portare a termine ogni cosa a tempo di primato, fecero degli errori, trasferendo delle persone nel momento in cui esse erano impegnate nel lavoro dei campi e sconvolgen-

do la produzione. Oggi ci si rende conto che alcuni villaggi sono troppo grandi e che su di essi incombono grossi problemi, come l'eccesso di pascolo sulle loro terre. Gli errori di questo genere si stanno correggendo. Comunque sia, con più di due milioni di contadini insediati già nel 1974 in 5000 villaggi, questo tentativo va considerato un riuscito passo avanti verso l'ammodernamento dell'agricoltura nella Tanzania.

Passi ancora più lunghi rimangono ancora da fare. Su cinque milioni di ettari di terra coltivata, solo 126 000 sono irrigati. Come meta principale degli anni ottanta è stata quindi fissata la rapida espansione di una forma di agricoltura, che man mano sostituisca l'attuale monocoltura in continua balia dei capricci della pioggia, e la quale assicuri una produzione garantita e allargata su terre irrigue di colture multiple distribuite lungo tutto il corso dell'anno. Si è già provveduto a rilevare e valutare le risorse di acque freatiche utilizzabili a questo scopo. Ora non rimane che provvedere allo sviluppo dei bacini fluviali del paese, che attualmente sono scarsamente abitati perché infestati dagli insetti e da altri portatori della tripanosomiasi, della malaria, della oncocercosi («cecità dei fiumi») e della schistosomiasi. In attesa di misure atte a tenere sotto controllo questi flagelli, si è dato l'avvio allo sviluppo delle valli fluviali con la costruzione di dighe per la generazione di energia idroelettrica sui fiumi Pangani e Grande Ruaha e con la progettazione di installazioni sui fiumi Rufiji e Kagera. Alla fine le acque raccolte da queste dighe potranno essere distribuite in modo da estendere in grande misura le terre irrigue e coltivate del paese.

Le zone di pesca dell'oceano Indiano e dei grandi laghi contribuiscono con quantità significative di proteine all'alimentazione della popolazione. Anche qui è possibile aumentare la produzione migliorando la tecnologia della pesca e provvedendo nel medesimo tempo a fornire le attrezzature necessarie per la conservazione e la lavorazione del pescato, in modo da far sentire sulla tavola dei tanzaniani gli effetti benefici dell'aumentata produzione.

Non meno dello sviluppo agricolo, lo sviluppo industriale della Tanzania guarda alla Dichiarazione di Arusha come al proprio modello di riferimento. La nuova nazione aveva elaborato prima un piano triennale (1962-1964) e poi un piano quinquennale (1965-1969) per affrettare il proprio sviluppo, ma questi piani presupponevano un afflusso dall'estero di capitali d'impianto e di assistenza economica che invece non ebbe luogo. La Dichiarazione di Arusha prevedeva la necessità sia dell'autosufficienza sia di una direzione centralizzata e aggressiva dello sforzo di sviluppo, basato su investimenti pubblici in tutte le maggiori industrie e sulla proprietà pubblica di tali industrie. Nel 1974 il settore manifatturiero, prevalentemente privato (oltre il 90 per cento del valore aggiunto nel 1967), era diventato prevalentemente pubblico (più del 50 per cento del valore aggiunto, che intanto aveva toccato cifre più elevate). Le imprese private furono rilevate dallo stato, il quale però non procedette alla loro confisca, ma si preoccupò di risarcire adeguatamente i proprietari. Da quel momento più del 90 per cento degli investimenti in nuove iniziative industriali ha avuto carattere pubblico.

Il piano di sviluppo industriale ha cercato (1) di sostituire i beni di consumo importati con altri di produzione interna, (2) di sostenere questi settori di produzione creando delle industrie primarie destinate alla fabbricazione di macchinari e di utensili, e (3) di sviluppare le risorse di minerali del paese come fondamento del sistema industriale tanzaniano. I progressi compiuti si riflettono nell'aumento della parte di prodotto nazionale lordo accreditato all'industria, salito dal 4 per cento del 1962 al 10 per cento del 1977. Le industrie delle calzature, dei tessuti, della conservazione dei prodotti alimentari, delle bevande, del tabacco e dei mobili sono in grado attualmente di soddisfare una parte sempre maggiore o per lo meno costante della crescente domanda interna. È diventato possibile passare alla creazione di industrie tecniche e metallurgiche e di officine per la fabbricazione di parti di ricambio, utensili agricoli, carri merci ferroviari e automezzi e per l'ancor più fondamentale filettatura con rulli dei laminati d'acciaio e degli stampi per le industrie metallurgiche e per l'edilizia.

Questa strategia è stata perseguita sotto la direzione della National Development Corporation, che funge da società finanziaria che controlla le varie società di gestione sussidiarie. Il suo successo è stato contrassegnato dalla nascita di una nuova società finanziaria, la National Chemical Industries Corporation, che ha la funzione di favorire lo sviluppo della produzione di materie plastiche, alcool combustibile, fertilizzanti, pesticidi e prodotti chimici industriali intermedi come il carbonato di sodio.

A più lunga scadenza, il paese conta sullo sviluppo delle proprie risorse minerali. La Tanzania è un paese molto grande ed è dotato di una grande varietà di ricchezze minerali. All'epoca in cui il paese era ancora una colonia, l'estrazione dell'oro e dei diamanti dava enormi profitti alle potenze coloniali. Ancora nel 1966 l'industria mineraria faceva affluire nel paese una notevole quantità di valuta estera, creando il 2,9 per cento del prodotto nazionale lordo. L'esaurimento dei depositi di oro e di diamanti ha fatto scendere quella cifra allo 0,6 per cento nel 1978. In futuro l'industria mineraria sarà al centro dell'economia nazionale con la produzione di minerale di ferro, carbone, nichel e fosfati. Promettenti ritrovamenti di gas naturale assicureranno una parte dell'energia necessaria.

Il controllo ultimo della strategia degli investimenti è esercitato dal sistema bancario nazionalizzato e dalla banca centrale della Tanzania. Una volta fissati, da parte del governo, le linee e il tasso di sviluppo, questa banca fa in modo di rendere disponibili i necessari crediti a livello interno e le opportune divise estere. Nel terzo piano quinquennale (1976-1981) più di un quarto dei capitali d'impianto mobilitati affluisce nelle industrie manifatturiere.

Le divise estere necessarie per acquistare gli input tecnici per gli ambiziosi piani di sviluppo del paese devono essere reperite per forza a condizioni di scambio svantaggiose presso i paesi industriali. Nel 1978 le esportazioni, che riguardavano soprattutto il caffè e il cotone, caratterizzati da un mercato mondiale debole, erano pari al 12 per cento del PNL, mentre le importazioni, che riguardavano soprattutto beni strumentali, caratterizzati da prezzi inflessibilmente amministrati, erano pari al 27 per cento del PNL. Il passivo di 243 milioni di dollari della bilancia dei pagamenti fu il primo in cui il paese incorse dopo alcuni anni di amministrazione parsimoniosa.

La vera meta dello sviluppo è ovviamente la prosperità e il benessere della popolazione. A questo fine la Tanzania sta dedicando una notevole percentuale della spesa pubblica all'istruzione e ai servizi sanitari. Partendo ancora una volta dalla Dichiarazione di Arusha, il programma «istruzione per poter fare assegnamento su se stessi» aveva invertito la tendenza elitaria in atto nelle scuole, che incoraggiava l'istruzione secondaria per pochi. Nel 1977, il 91 per cento dei bambini in età scolare andava a scuola. Nel frattempo una campagna di massa aveva aumentato l'alfabetizzazione effettiva della popolazione adulta dal 33 per cento del 1967 al 73 per cento del 1978. Ora è diventato possibile riorganizzare l'istruzione secondaria con un piano di studi ampliato e diversificato in materie professionali. Gli studenti che dal punto di vista accademico dimostrano di essere idonei all'ammissione a un'università devono svolgere un lavoro per due anni dopo il conseguimento del diploma della scuola secondaria.

Nello stesso spirito egalitario, il sistema di assistenza medica del paese è stato trasformato in un vero e proprio sistema di cura della salute. Dalla preoccupazione di curare le malattie di quei pochi che potevano permettersi di pagare un medico nelle città, si è passati a fornire servizi preventivi destinati a tutta la popolazione. A partire dalla Dichiarazione di Arusha, la preparazione di personale paramedico e la costruzione di dispensari rurali hanno assorbito la parte più rilevante delle spese mediche. Sono state promosse campagne di massa per un'educazione igienica e alimentare e si sta procedendo a scavare pozzi per fornire acqua sicuramente potabile nel raggio di un chilometro da ogni luogo di residenza. Un primo risultato promettente di questi sforzi è stato il calo della mortalità infantile, che da 190 per mille nati vivi nel 1960 è scesa a 152 nel 1977, mentre la speranza di vita è salita da 37 a 48 anni.

Nonostante tutte le sue speranze e tutti i suoi progressi, la Tanzania rimane un paese povero. Il governo ha cercato di assicurare a ognuno una parte delle dure conquiste dello sviluppo, promuovendo la parità nella distribuzione del reddito. Come in altri paesi ex coloniali, al momento dell'indipendenza politica la disparità fra i più ricchi e i più poveri era estrema. Fra il 5 per cento dei gruppi di reddito più elevato e il 5 per cento dei gruppi di reddito più basso il differenziale era di 50 a 1. Nel 1975 il divario era stato ridotto: nove a uno. Ciò era stato ottenuto con tutta una serie di misure: ponendo un tetto ai salari più alti, proibendo ai funzionari governativi di avere qualsiasi altra fonte di reddito, imponendo tasse progressive, elevando il livello minimo dei salari più bassi, e così via.

Ciò nonostante, fra la popolazione urbana e quella rurale sussiste una disparità potenzialmente divisoria. Una famiglia contadina ha un tenore di vita che è poco più della metà di quello della famiglia di un salariato medio. Mentre in percentuale il divario è rimasto costante, in termini di reddito assoluto la disparità è aumentata. Essa ha resistito anche ai cambiamenti indotti da altre vigorose misure di ridistribuzione del reddito messe in atto dal governo, come il controllo dei prezzi, che distingue nel paniere del mercato fra i prodotti di lusso e quelli di prima necessità. Per il momento per altro la divergenza fra città e campagna è attenuata dalle forze della parentela. Coloro che lavorano nei centri urbani sono per la maggior parte figli e figlie di famiglie contadine che vivono in campagna. Le loro famiglie si aspettano che essi, con la loro migliore istruzione, guadagnino di più in termini monetari, anche se non necessariamente in termini reali, in quanto i valori sono stabiliti dalla popolazione. Ciò che più conta, i figli e le figlie contribuiscono in misura notevole a ridistribuire il reddito monetario dalla città alla campagna.

Nel dicembre del 1981 la Tanzania celebrerà i 20 anni di indipendenza - un arco di tempo breve nella struttura temporale dello sviluppo delle nazioni. Anche se rimane un paese povero, con un carico di problemi immensi per quel che riguarda l'espansione della propria base produttiva, essa è andata molto avanti nel riparare i guasti prodotti dall'imperialismo nella struttura della sua economia e nell'assicurare la propria sovranità politica conservando l'indipendenza economica. In questo breve arco di tempo, inoltre, il paese ha operato una significativa rottura con le dottrine convenzionali dello sviluppo, e si è accinto risolutamente a progettare e a mettere in pratica la propria trasformazione, costruendo su valori e istituzioni che sono familiari alla sua popolazione. Lo sviluppo economico della Tanzania fa nascere nuovi problemi nel campo dell'economia politica. I libri di testo di economia hanno poco da dire sulla distribuzione della ricchezza. La giustizia distributiva è per altro un principio fondamentale nella trasformazione della Tanzania in un'economia industriale indipendente, perché questa nazione conserva i propri valori tradizionali nello spirito dell'*ujamaa na kujitegemea*.

Dar es Salaam (che in arabo significa «porto della pace») è il centro commerciale e finanziario della Tanzania e uno dei porti più grandi della costa orientale dell'Africa. Nel 1976 il porto registrò un movimento di circa 4,4 milioni di tonnellate di merci. Esso è congestionato perché il traffico riguarda merci destinate non solo alla Tanzania, ma anche ad altri paesi, come lo Zambia, collegato con Dar es Salaam dalla moderna ferrovia Tazara, costruita dai cinesi, il cui terminal si trova nella parte estrema del porto. La fotografia è sempre di Johnston.

Berbard H. Lavenda
TERMODINAMICA DEI PROCESSI IRREVERSIBILI
Lire 12.500

E. Burattini - C. Sciacca
MISURE ELETTRICHE E FONDAMENTI DI ELETTRONICA
Lire 21.500

G. Chayen - L. Bitensky
R. Butcher
ISTOCHIMICA PRATICA
Lire 12.500

G. Alfano - V. Betta
FISICA TECNICA
Termodinamica applicata. Principi di impianti termici
Lire 13.000

J. P. Cecconi - L. C. Piccinini
G. Stampacchia
ESERCIZI E PROBLEMI DI ANALISI MATEMATICA
Vol. I **Funzioni di una variabile**
Lire 11.500

A. De Rosa - R. Vizioli
EPILESSIA E CULTURA PSICHIATRICA
Lire 6.800

Barry Barnes
CONOSCENZA SCIENTIFICA E TEORIA SOCIOLOGICA
Lire 5.000

Rolando Scarano
PROGETTAZIONE PER OTTIMIZZAZIONE
Lire 13.500

Lo sviluppo economico del Messico

Alcuni indicatori economici potrebbero far apparire il Messico come un paese sviluppato; tuttavia il suo sviluppo è molto squilibrato e gran parte della popolazione è ancora povera, priva d'istruzione e sottoccupata

di Pablo Gonzáles Casanova

Le statistiche collocano il Messico nel numero delle nazioni impegnate nell'evoluzione, su scala mondiale, dal tradizionale modo di vita agricolo alla moderna civiltà industriale. A partire dalla nazionalizzazione delle sue risorse e industrie petrolifere nel 1938 - un capovolgimento politico che si è rivelato altrettanto importante per le nazioni del Medio Oriente nel decennio scorso - il Messico ha avuto un tasso annuo di crescita economica, al netto dall'inflazione, che non è mai stato inferiore al 5 per cento all'anno. La crescita complessiva della sua produzione in questo periodo ha dato luogo a un aumento di quasi cento volte nella produzione industriale pro capite, nonostante un aumento di più del 100 per cento della sua popolazione. Vantando un reddito pro capite di 2100 dollari, il Messico potrebbe essere scambiato per una nazione sviluppata. I benefici della crescita economica sono stati però distribuiti in modo così iniquo che il paese presenta uno fra gli indici maggiori di sottosviluppo. Quasi metà della popolazione vive al limite della denutrizione o sotto di esso; quasi metà dei suoi bambini non ricevono alcuna istruzione; fra i più ricchi e i più poveri c'è una disparità di reddito di quasi 40 : 1.

Il Messico è perciò travagliato da tensioni sociali che costituiscono una grave minaccia per quel meccanismo unico di mitologia rivoluzionaria, di pragmatismo politico e di oligopolio economico che ha mantenuto la stabilità della nazione dalla sua rivoluzione anticoloniale del 1910-1917 sino a oggi. La recente scoperta di risorse petrolifere finora insospettate ha allentato temporaneamente tali tensioni. La lotta fra le forze della sinistra e le forze della destra per decidere quale direzione debba prendere lo sviluppo nel Messico rimane nondimeno ancora aperta.

Il governo del Messico è stato controllato per 52 anni da un unico partito (il Partido Revolucionario Institucional, PRI). I candidati di questo partito di stato alla presidenza e ai governatorati degli enti federali degli Stati Uniti del Messico (31 stati e il distretto federale, in cui si trova la capitale della nazione) trionfano sempre.

Il PRI non è l'unico partito ad aver parte nel governo. L'opposizione occupa però solo posizioni secondarie ed è incapace di assumere la direzione di una maggioranza dell'elettorato. I suoi sforzi si limitano a esercitare una funzione di critica e di pressione sul governo. Questi sforzi pervengono però spesso a dare un contributo alla riformulazione di indirizzi politici governativi. Questo meccanismo ricorda quello di una valvola di sfogo a beneficio dello stato, anche se è in realtà qualcosa di più.

Il fatto che il sistema funzioni fa parte della sua originalità. Il sistema opera all'interno di una società in cui regioni e strati sociali sono notevolmente squilibrati. Un suo carattere complementare è l'esistenza di una cultura politica molto diffusa. La società parla il linguaggio ufficiale e partecipa ai miti nazionali promossi dallo stato. Una sorta di logica del potere che combina mito e realtà è rinnovata costantemente da leader della comunità e dello stato, la cui preoccupazione è quella di andar oltre la forma politica e il mito e di servire l'unità nazionale o la sopravvivenza come premesse fondamentali.

Lo stato domina questa logica del potere e l'opposizione è realisticamente costretta ad accettarla. È significativo inoltre che lo stato sia riuscito a eliminare le vecchie alternative di chiesa e oligarchia che persistono in altre parti dell'America Latina. Lo stato è riuscito inoltre a fondare un sistema di governo in cui i militari non hanno il potere politico che sono invece riusciti ad assicurarsi in molte altre nazioni dell'America Latina.

Nell'affrontare una serie di crisi, come i disordini sindacali del 1958 e quelli studenteschi del 1968, lo stato ha creato un meccanismo con cui è in grado di mantenere il controllo per mezzo di un uso coordinato di propaganda, azione repressiva e concessioni a gruppi di opposizione, che comprendono lavoratori, ceti medi, intellettuali e i partiti della minoranza. Il controllo su tutto questo viene amministrato da un forte esecutivo il cui potere si concentra nella figura del presidente. Lo stato è inoltre proprietario delle risorse energetiche del paese e partecipa in proporzione elevata agli investimenti interni. In un tale paese è quindi difficile considerare lo sviluppo economico indipendentemente dallo stato.

Un altro elemento importante da considerare è costituito dalle relazioni del Messico con i confinanti Stati Uniti (il confine è lungo quasi duemila chilometri). Il Messico manifesta alternativamente atteggiamenti polemici e accomodanti nei confronti sia dei cittadini sia dei leader

Sugli altopiani centrali, che costituiscono solo il 15 per cento circa dell'area totale del Messico, si trovano approssimativamente metà dei terreni agricoli del paese e più di metà della popolazione totale. Nell'immagine a falsi colori scattata da un satellite Landsat riprodotta nella pagina a fronte si possono vedere colture in atto nelle valli dell'altopiano centrale a nord-ovest di Città di Messico. La principale pianta coltivata qui è il mais, che utilizza principalmente la stagione delle piogge, tra luglio e ottobre; altre piante, come frumento, ortaggi, fragole e patate, vengono coltivate durante i mesi invernali, quando è possibile l'irrigazione. Città di Messico è l'area azzurrognola in basso a destra. Essa è l'unica grande città del mondo che non abbia un accesso diretto al mare o che non sia attraversata da un fiume importante. È anche la metropoli che presenta il più rapido tasso di crescita del mondo; nell'anno 2000, secondo proiezioni effettuate dalle Nazioni Unite, Città di Messico sarà la metropoli più grande dell'intero pianeta, con una popolazione che aumenterà a quasi 32 milioni di abitanti, pari a quasi un quarto della popolazione nazionale complessiva.

degli Stati Uniti. A monte di questo processo ci sono il fatto che il Messico perse più di metà del suo territorio a vantaggio degli Stati Uniti più di un secolo fa, la convinzione, diffusa in Messico, che gli Stati Uniti abbiano compiuto altre mosse interventiste o minacciose e un senso di orgoglio nazionale. Di conseguenza tanto il popolo quanto il governo del Messico hanno mantenuto in primo piano il problema della sopravvivenza nazionale. Questo fatto, la grande estensione dei movimenti popolari messicani e la natura dell'impegno profuso in tali movimenti da una classe media sorta dalla più ricca colonia spagnola del Nuovo Mondo contribuiscono alla spiegazione di un così complesso processo storico.

La superficie del Messico si estende su 1 972 544 chilometri quadrati e ospita una popolazione di 70 milioni di abitanti. Il paese è il tredicesimo nel mondo per territorio e l'undicesimo per popolazione. La sua popolazione è quantitativamente la seconda dell'America Latina (dopo il Brasile) e il Messico è il più popoloso fra i paesi di lingua spagnola del mondo.

Fra il 1900 e il 1950 la popolazione del Messico si è quasi raddoppiata e questo avvenimento si è ripetuto fra il 1950 e il 1970. Se questa tendenza resterà immutata, il Messico avrà nel 2000 più di 132 milioni di abitanti. Città di Messico, la capitale, che conta oggi una popolazione di circa 14 milioni di abitanti, ne ospiterà allora 35 milioni.

Un programma intensivo di pianificazione familiare iniziato dal governo nel 1972 prevede un declino nel tasso di crescita della popolazione dello 0,5 per cento nel 1980 e dell'1,1-2,2 per cento fra il 1985 e il 2000. Se questa previsione si rivelerà esatta, la popolazione raggiungerà solo i 100 milioni entro il 2000. I demografi ritengono che il tasso di incremento sia effettivamente diminuito, ma non possono assicurare che tale previsione si realizzerà.

L'argomento controverso dell'incremento demografico non è stato però ancora sufficientemente analizzato. Benché l'alto tasso di crescita abbia creato problemi di disoccupazione, di servizi insufficienti e di un alto tasso di dipendenza (ogni persona occupata ha a carico 3,5 persone disoccupate), esso rappresenta anche una parte della forza della nazione. Molte persone credono che, come in altri paesi, la crescita dell'economia, la distribuzione del reddito e l'aumento dei livelli di vita saranno i fattori più importanti nel determinare un declino del tasso di natalità. In ogni caso la densità di popolazione del Messico, che nel 1976 era di 31,3 abitanti per chilometro quadrato, è molto inferiore a quella di paesi che hanno un livello di vita assai superiore, come la Francia (96,7), la Germania Occidentale (247,4) e il Giappone (302,9). Di fatto, alcuni anni or sono il direttore della Commissione di studio del territorio nazionale dichiarò: «Le risorse potenziali del Messico possono bastare a una popolazione di 300 milioni di abitanti».

Fra gli indicatori dello sviluppo in Messico, per quanto diseguale esso sia stato, ci sono un declino del tasso di mortalità da 23,2 per mille abitanti nel 1940 a 7,3 nel 1976, un declino del tasso di mortalità infantile nello stesso periodo da 125,7 per mille nati vivi a 49 e un aumento della speranza di vita (da 40 a 63 anni per gli individui di sesso maschile). Il rapporto tra la popolazione urbana e la popolazione rurale è molto mutato: la popolazione urbana (definita come il numero di persone che vivono in comunità di 2500 o più abitanti) è aumentata dal 35,1 per cento del totale nel 1940 al 64,9 per cento nel 1978. Quest'indicatore è strettamente associato con i livelli di istruzione, di salute e di alimentazione.

Quanto alle aree rurali, l'estensione complessiva delle terre coltivate è minima rispetto a quella potenziale. (Nell'America Latina è coltivato l'11 per cento delle terre arabili, contro le percentuali molto più elevate dell'88 per cento in Europa e dell'83 per cento in Asia). Il Messico possiede circa 24 milioni di ettari di terreni agricoli e potrebbe mettere a coltura altri 3,3 milioni di ettari nei prossimi cinque anni. È possibile anche accrescere in misura considerevole la produttività agricola. Il Messico del resto ha proprio dinanzi agli occhi l'esempio degli Stati Uniti, i quali coltivano il 51 per cento della loro terra utilizzabile e sono il principale produttore di cereali del mondo.

Gli Stati Uniti del Messico sono composti da 31 stati e dal distretto federale, nel quale si trova la capitale Città di Messico. Il rettangolo azzurro comprendente Città di Messico indica l'area compresa nella fotografia scattata dal satellite Landsat riprodotta a pagina 117. La storia economica e politica del Messico ha molto risentito della vicinanza degli Stati Uniti, con cui il paese divide un confine lungo quasi 2000 chilometri. Il Messico ha un'area di 1 972 544 chilometri quadrati. Non possiede grandi fiumi e in molte regioni l'acqua è cronicamente scarsa.

La struttura del capitale e della mano d'opera in Messico è simile sotto molti aspetti a quella che si riscontra in altri paesi dell'America Latina, ma si distingue per un carattere significativo. La tradizionale oligarchia terriera perse una parte importante delle sue proprietà e del suo potere quando, dopo la rivoluzione del 1910-1917, sorse un grande gruppo di piccoli proprietari. In altri paesi latino-americani l'oligarchia fondiaria controllò la formazione del capitale nelle campagne e nelle città oltre che buona parte della crescita industriale e finanziaria. In Messico quest'antica oligarchia perse il suo ruolo dominante.

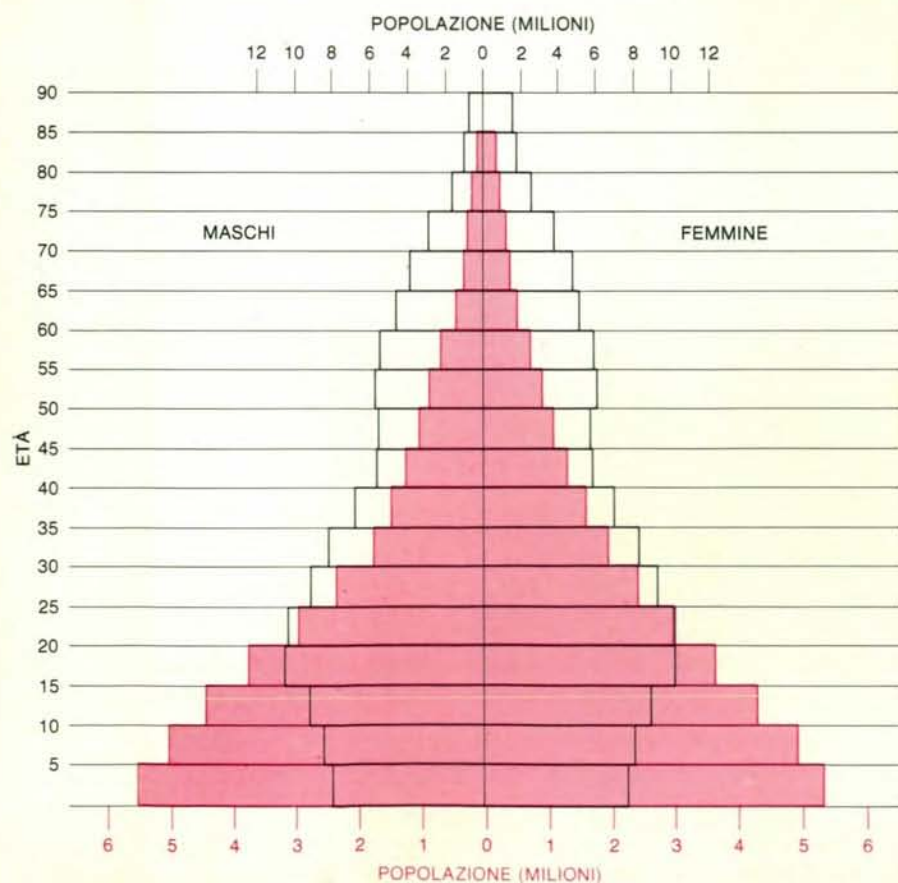
La borghesia rurale che cominciò a svilupparsi dopo la rivoluzione sorse da una struttura sociale in cui dapprima il capitale industriale e in seguito il capitale finanziario mantennero un ruolo guida nell'economia. Queste due forme di capitale erano alleate col governo o comunque godettero del suo sostegno. La borghesia rurale dipendeva dal mercato delle merci e da quello dei capitali, che erano controllati dallo stato e da imprese straniere, fra cui banche e società in gran parte monopolistiche.

Questi rapporti alterarono il corso dello sviluppo economico e politico del paese. Ciò può essere spiegato dal fatto che anziché essere, come in molti altri paesi, il capitale del settore rurale a formare il capitale dei settori industriale e finanziario, furono questi ultimi settori a generare il capitale per il settore rurale, con l'assistenza dello stato e, in seguito, di società multinazionali. Inoltre lo stato, in associazione con capitale industriale e mercantile, intraprese lo sviluppo del mercato interno in modo tale da creare una classe di operai salariati che coltivassero per alcuni mesi dell'anno le proprie terre. Accrescendo l'offerta di generi alimentari, questi lavoratori diminuirono i costi reali della produzione senza accrescere i costi della produzione agricola.

Questo meccanismo o modello non era il prodotto di motivi puramente economici. Esso era il risultato indiretto di una rivoluzione agraria che coinvolgeva il gruppo più esteso di contadini dell'intera America Latina. La richiesta dei contadini che venisse soddisfatto il loro fabbisogno di terra precedette l'inizio del nuovo tipo di sviluppo del capitalismo.

Settant'anni or sono l'1 per cento della popolazione deteneva il 97 per cento della terra mentre il 96 per cento della popolazione deteneva solo il 2 per cento della terra. Quando la rivoluzione riuscì a imporsi, i capi dei contadini e il governo si resero conto della necessità di distribuire la terra ai contadini armati. La distribuzione delle terre raggiunse un massimo durante la presidenza di Lázaro Cárdenas (1934-1940). Fra il 1915 e il 1940 più di 1,7 milioni di contadini ricevettero appezzamenti di terra; di questi 800 000 furono assegnati durante l'amministrazione di Cárdenas. Ancor oggi l'influenza politica ed economica dei lavoratori-proprietari rimane considerevole e consente, in gran parte delle campagne messicane, un'atmosfera più commerciale, borghese e civile di quella che si riscontra in molti altri paesi latino-americani.

Poiché molti contadini rimangono senza terra e poiché molti proprietari terrieri sono poveri, le campagne del Messico forniscono molti operai alle imprese industriali e urbane del paese e al mercato internazionale della mano d'opera, in

Cinque indicatori economici del Messico sono confrontati con quelli equivalenti degli Stati Uniti, in modo molto simile a quello in cui sono stabiliti i confronti nei precedenti articoli sulla Cina, l'India e la Tanzania. I dati sulla distribuzione dei redditi mettono a confronto i redditi del 5 per cento superiore e del 10 per cento inferiore della popolazione nel Messico e negli Stati Uniti. Molti indicatori messicani sono migliorati. Quaranta anni or sono la speranza di vita era di 40 anni per gli esseri umani adulti e il tasso della mortalità infantile era di 125,7 per ogni mille nati vivi.

La piramide delle età della popolazione messicana è qui messa a confronto con quella, di diversa forma, degli Stati Uniti. La piramide della popolazione messicana è in colore, quella degli Stati Uniti ha il profilo nero. L'andamento della popolazione del Messico coincide con quello di molti paesi in via di sviluppo in quanto il numero dei giovani è molto superiore a quello dei vecchi, cosicché la piramide degrada dalla base al vertice. I dati messicani sono stime per il 1979.

particolare agli Stati Uniti. Nel periodo compreso fra il 1910 e il 1970, la proporzione della popolazione economicamente attiva impegnata nell'agricoltura diminuì dal 72 al 41 per cento. In valori assoluti, però, il numero dei lavoratori agricoli del Messico è aumentato dopo la rivoluzione di più di 1,5 milioni.

I contadini senza terra, e quelli che hanno semplicemente abbandonato il loro podere, furono attratti nelle città durante il periodo di rapida industrializzazione che coincise con la seconda guerra mondiale. Essi si integrarono nella mano d'opera industriale che aumentò dapprima rapidamente dal 14 per cento della popolazione economicamente attiva nel 1940 al 18 per cento nel 1950 e poi, più lentamente, al 19 per cento nel 1960 e al 24 per cento nel 1970. A partire dagli anni cinquanta, però, essi cominciarono ad aggregarsi alla popolazione più povera delle città. Sotto questo punto di vista il Messico non differisce da altri paesi dell'America Latina.

Il Messico è simile ad altri paesi latino-americani anche in relazione ai redditi da capitale e da lavoro. I salari degli operai ammontarono nel 1979 a solo il 15 per cento del prodotto industriale lordo (al 30 per cento se si considerano salari, stipendi e utili di operai, impiegati e dirigenti). Più di due terzi dei profitti vanno alle società e meno di un terzo ai dipendenti. In Messico, capitale e lavoro conservano le stesse caratteristiche che si riscontrano nei paesi meno sviluppati e nei paesi in posizione periferica rispetto al mondo capitalistico.

Senza averne coscienza, il Messico è uno stato neo-keynesiano. Dopo la grande depressione degli anni trenta, il governo è entrato a far parte di un sistema finanziario dalle molte sfaccettature. Esso ha cominciato a rilevare società, alcune mediante esproprio, e a fondarne altre in una varietà di settori della produzione e dei servizi. Le società pubbliche, e il settore pubblico in generale, hanno fornito il 43 per cento degli investimenti complessivi fra il 1940 e il 1954, il 31 per cento fra il 1955 e il 1961, il 40 per cento fra il 1962 e il 1970 e il 44 per cento fra il 1971 e il 1978. Le forme della partecipazione dello stato all'economia non possono essere comprese se non si considera la storia del paese che è caratterizzata dal fatto che lo sviluppo dell'economia è stato dominato in misura crescente da monopoli e oligopoli.

Gli investimenti pubblici costituiscono una parte del potere dello stato. Essi comprendono la possibilità di generare posti di lavoro, merci e servizi e una capacità di negoziare con altri stati, in particolare con gli Stati Uniti. Le società di proprietà dello stato contribuiscono, attraverso gli investimenti e le spese del settore pubblico, a integrare una politica di concessioni e di negoziati con le grandi società private straniere e nazionali, con società minori e con organizzazioni popolari e politiche. Le società pubbliche svolgono la funzione di forza stabilizzante, di strumento per stimolare l'economia in

periodi di recessione e di complemento ai sistemi di stimolazione e di controllo gestiti dal governo.

Il potere dello stato messicano è però limitato. Esso opera infatti in un paese che per quasi due terzi dipende da un singolo mercato. Nel 1979 il 64 per cento delle importazioni messicane provenivano dagli Stati Uniti e nello stesso paese trovava sbocco il 69 per cento delle esportazioni. Benché il Messico abbia diversificato la sua economia e abbia conseguito una relativa indipendenza, vari fattori tendono a rafforzare il carattere peculiare del paese, che è periferico rispetto al mondo capitalistico e da esso dipendente. Fra questi fattori vi sono l'espansione del debito del Messico con l'estero, l'estensione degli investimenti stranieri, le dimensioni delle società monopolistiche e multinazionali e gli stretti legami esistenti fra i funzionari governativi e la comunità degli affari.

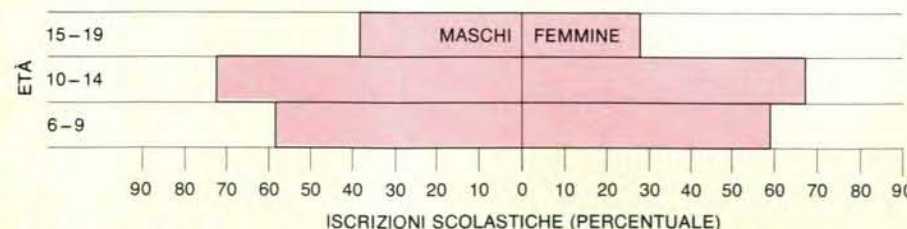
Fra il 1940 e il 1970 l'investimento straniero nell'industria manifatturiera è aumentato di 65 volte, passando dal 7 per cento di tutti gli investimenti stranieri al 74 per cento. In un buon numero di casi i finanziatori stranieri hanno fornito forti percentuali degli investimenti totali: il 67 per cento in prodotti chimici, il 79 per cento in macchine elettriche, l'84 per cento in gomma e così via. Nel 1979 l'85 per cento circa di tutte le società straniere erano proprietà di multinazionali o sotto il loro controllo; nel 1978 il 79 per cento delle 4359 società straniere erano nordamericane. Nel 1971 le società multinazionali coprivano il 93 per cento dei pagamenti per importazioni di tecnologia; ancor oggi l'80 per cento della tecnologia utilizzata è straniera.

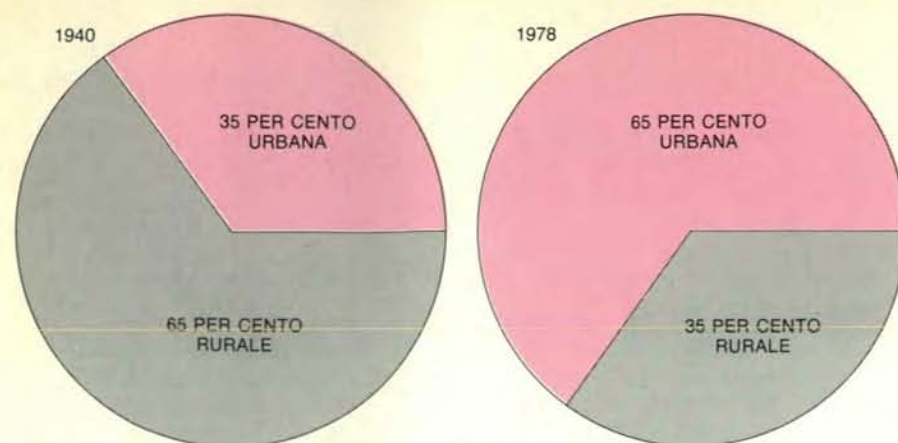
Questo non è un caso di dipendenza generale di un paese da un altro, ma piuttosto di dipendenza di un paese e del suo governo da società private straniere e interne. Gli obiettivi sociali dello stato sono perseguiti in un'economia in cui il capitale è concentrato nelle mani di pochi. La realizzazione di tali obiettivi è soggetta alle pressioni create dal capitale monopolistico straniero e messicano. Circa l'1,7 per cento delle imprese industriali creano il 42,3 per cento dell'occupazione e generano il 53,7 per cento della produzione industriale. Nel 1970, più di 50 anni dopo la riforma agraria, l'11 per cento dei proprietari terrieri deteneva il 60 per cento delle terre adibite a usi agricoli. L'oligopolizzazione dell'economia è un carattere onnipresente e costituisce una tendenza ininterrotta, in particolare nei settori più dinamici dell'economia. Dietro tutto questo c'è l'esistenza di gruppi finanziari attivi in diverse aree della produzione e della finanza e associati fra loro non solo economicamente, ma anche politicamente e nei campi dell'informazione e della diplomazia.

Il potere di tali gruppi di interesse non può non influire in un modo significativo sulle decisioni e sulla struttura economica dello stato stesso. Per esempio, si stima che, fra il 1953 e il 1972, la Petróleos Mexicanos (Pemex), l'industria petrolifera di proprietà dello stato, eseguì pagamenti per 11,3 miliardi di pesos a società private, in gran parte sotto forma di subcontratti. Aiuti governativi a società private sotto forma di forniture di energia elettrica ammontarono nello stesso periodo a 26 miliardi di pesos. Fra il 1970 e il 1978 le sovvenzioni del governo federale al commercio, a importatori ed esportatori e alle organizzazioni di industriali ammontarono a 54,1 miliardi di pesos. Molte di queste sovvenzioni miravano a contrastare gli effetti dell'inflazione sui consumatori, senza incidere sui profitti effettivi delle società.

I profitti degli azionisti, fra guadagni di capitale e dividendi, raggiungono il 100, il 200 e persino il 300 per cento all'anno. Le società multinazionali ottengono a volte profitti leggermente inferiori, ma più sicuri, dai loro investimenti in Messico che in altri paesi latino-americani. Fra il 1962 e il 1975 l'investimento straniero in Messico si è quadruplicato e le rimesse dal Messico conseguenti agli investimenti stranieri sono passate da una base 100 a 582. Benché l'investimento straniero sia diminuito dall'equivalente di 85,7 milioni di dollari nel primo trimestre del 1975 a 49,1 milioni di dollari nel primo trimestre del 1977, i profitti sono passati da 171,9 a 237,5 milioni di dollari. I grandi pagamenti dei profitti al capitale straniero e a saldo dei debiti con l'estero hanno inciso notevolmente sul deficit della bilancia dei pagamenti messicana portandolo da 217 milioni di dollari nel primo trimestre del 1975 a 574 milioni di dollari nel primo trimestre del 1977. Nel 1970 il pagamento dei debiti con l'estero assorbiva il 60 per cento dei nuovi crediti. Fra il 1970 e il 1976 il debito con l'estero è aumentato di più del 400 per cento.

Concessioni, sovvenzioni, esenzioni fiscali e trasferimenti in natura dal settore pubblico a quello privato impongono allo stato una quota consistente dei costi dell'inflazione. (La parte maggiore del costo dell'inflazione è pagata da gruppi a reddito fisso, in particolare dalle fasce più povere della popolazione, dai lavoratori più svantaggiati e più sfruttati.) Le sovvenzioni governative limitano inoltre il ruolo dello stato nella guida dei rapporti fra società pubbliche e private in quanto aggravano la sua situazione di crescente indebitamento. Le funzioni direttive, a livello nazionale e internazionale, dello stato risultano di conseguenza indebolite ed esso è ridotto a un ruolo ausiliario nell'accumulo di ricchezza.

I tentativi del governo di imporre leggi che consentissero di controllare gli investimenti stranieri e di stabilire un sistema di tassazione progressivo (che fra l'altro avrebbe tassato i redditi da capitale) sono stati frustrati. Nonostante tutta la sua stabilità politica ed economica, che è maggiore di quella di molti paesi sviluppati, lo stato messicano continua ad assolvere solo le funzioni a esso assegnate dal capitalismo, alla periferia del mondo capitali-

I dati sul livello scolastico della popolazione messicana sono presentati qui per età e per sesso. Nel diagramma superiore è presentata l'estensione dell'alfabetismo fra persone di quindici anni e più. Il diagramma inferiore illustra la proporzione dei gruppi d'età presenti nella scuola.

Il diagramma illustra l'aumento della speranza di vita in Messico a partire dal 1960. I dati del 1960 e del 1970 sono statistiche demografiche; quelli per il 1979 sono stati estrapolati.

La tendenza in Messico all'urbanizzazione si riflette in questi diagrammi, che danno la percentuale della popolazione che viveva nelle aree rurali *(in grigio)* e urbane *(in colore)* nel 1940 e nel 1978.

stico. Risultato di questa situazione è una crescita estremamente squilibrata.

Considerato nel suo complesso, il Messico ha conseguito uno sviluppo notevole, soprattutto dopo la nazionalizzazione dell'industria del petrolio nel 1938. I primi passi erano stati compiuti ancor prima. Fra il 1925 e il 1939 il prodotto nazionale lordo (PNL) aumentò al ritmo dell'1,5 per cento all'anno. Poi i tassi di crescita annuali aumentarono rapidamente, raggiungendo una media del 5,8 per cento all'anno fra il 1940 e il 1954, del 7,6 per cento fra il 1962 e il 1970 e del 5,4 per cento fra il 1971 e il 1977. Si prevede che il tasso di crescita di quest'anno sia compreso fra il 7,5 e l'8 per cento.

Anche i tassi di crescita del PNL pro capite sono elevati. Essi sono risultati sostenuti per un periodo abbastanza lungo: 2,9 per cento fra il 1949 e il 1954, 2,7 per cento fra il 1955 e il 1961, 4 per cento fra il 1962 e il 1970 e 2 per cento fra il 1971 e il 1977. Nel 1980 è previsto un tasso di crescita pro capite compreso fra il 4,3 e il 4,8 per cento.

Dal 1939 al 1978 l'investimento lordo per abitante è aumentato da 21 (in pesos del 1960) a 7163. Il volume della produzione industriale è aumentato da 3,2 nel 1940 a 273,9 nel 1972 ponendo uguale a 100 il valore della produzione del 1960. La capacità degli impianti di produzione dell'energia elettrica è aumentata da 629 000 chilowatt nel 1937 a quasi 13 milioni nel 1976. Il sistema di autostrade ammontava a 9929 chilometri nel 1940 e a 200 060 chilometri nel 1977.

Oltre all'aumento della speranza di vita e a quello della popolazione urbana, un altro indicatore è fortemente correlato con il livello di vita: il grado di istruzione. Fra il 1930 e il 1979 il numero delle persone in grado di leggere e di scrivere è aumentato dal 33 per cento della popolazione all'84 per cento. Il numero delle persone che hanno ricevuto un'istruzione primaria, secondaria e universitaria è aumentato a un ritmo molto più rapido di quello della popolazione nel suo complesso. Nel 1979-1980 più di 15 milioni di scolari hanno frequentato le scuole elementari, quasi quattro milioni di studenti le scuole secondarie e quasi 800 000 le università.

Al reddito pro capite del Messico (più di 2100 dollari quest'anno) corrispondono altri indicatori analoghi, come il numero dei medici per abitante, la percentuale della popolazione che dispone di corrente elettrica e il numero di calorie alimentari consumate. Gli indicatori che specificano variazioni negli strati a medio reddito rivelano una crescita considerevole.

Ma la rapidità dello sviluppo, le sue cifre assolute e relative e la posizione che il paese occupa fra altre nazioni nell'Amercia Latina e nel mondo non possono occultare il fatto che in Messico lo sviluppo è stato più squilibrato che altrove e che lo squilibrio sta ancora crescendo. Per esempio, nel 1958 il reddito del 5 per cento più ricco delle famiglie era 22 volte maggiore di quello del 10 per cento più povero; nel 1970 fu 39 volte maggiore. Nel 1977 il 10 per cento più povero ebbe solo l'1 per cento del reddito nazionale mentre il 5 per cento più ricco si assicurò il 25 per cento. Fra tutte le famiglie, il 32 per cento potè disporre del reddito minimo necessario per soddisfare le necessità più elementari, mentre il 14,5 per cento dispose di meno del minimo. Anche fra coloro che facevano parte della popolazione economicamente attiva, il 40 per cento ricevette meno del minimo. Questo settore della popolazione è quello più fortemente colpito dalla disoccupazione, dalla sottoccupazione e dallo sfruttamento.

Nel 1979 la parte della popolazione esclusa dai benefici dello sviluppo era maggiore in termini assoluti di quanto non fosse stata nel 1940. Gli analfabeti ammontavano al 16 per cento, il 44 per cento della popolazione non aveva ricevuto un'istruzione e il 20 per cento non portava scarpe. Ci sono anche talune situazioni che risalgono all'epoca coloniale e che oggi si combinano con le forme più recenti di sviluppo e di capitale monopolistico. Coloro che parlano lingue indigene (circa tre milioni di indios) sono quelli che soffrono di più per questo tipo di sfruttamento, creato simultaneamente dal capitalismo interno e da un capitalismo dipendente. Questo gruppo è ancora più esteso se si contano anche i meticci che vengono trattati come indios.

Circa 18 milioni di diseredati vivono in estrema miseria nelle aree rurali; 40 milioni di messicani hanno una dieta inadeguata dal punto di vista della nutrizione, e il 30 per cento della popolazione consuma il 10 per cento del cibo prodotto, mentre il 15 per cento che dispone del massimo potere d'acquisto ne consuma il 50 per cento. Soltanto il 35 per cento della popolazione è coperto dal sistema della previdenza sociale. Le cure mediche rappresentano solo il 2 per cento del prodotto nazionale lordo. Il deficit di abitazioni è di 5 milioni di unità. Il 40 per cento dei capifamiglia non ha mai concluso le scuole elementari.

Accanto alla crescita di stabilimenti, tecnologie, centri di sviluppo e quartieri residenziali di lusso c'è la crescita delle baraccopoli e del numero di persone estremamente povere, supersfruttate e disoccupate. Lo sfruttamento della natura stessa e la crescita disorganizzata delle città, dove i quartieri poveri sono sovraffollati, la concentrazione di automobili è enorme e lo sviluppo dei trasporti pubblici e dei pubblici servizi è carente, riflettono uno sviluppo estremamente squilibrato che combina le forme più antiche di sfruttamento e di dominio con quelle più moderne. Solo la combinazione di queste disuguaglianze e la loro integrazione in un sistema economico, politico e sociale unico spiega la lunga stabilità del paese. Eppure anche questa stabilità è minacciata a volte da crisi provocate da questa medesima combinazione di fattori.

I disordini scoppiati fra gli studenti e altri settori della popolazione nel 1968 furono l'indicazione più chiara di una profonda crisi all'interno dell'ordine sociale. Come in altri paesi latino-americani, in Messico erano cominciati ad apparire movimenti di guerriglia e si erano verificati alcuni atti di sabotaggio e di terrorismo. Un intero sistema di fondazioni politiche e sociali e una struttura di potere che era stata costruita su due elementi essenziali stavano entrando in crisi. Tali elementi erano il capitale e la forza lavoro impegnati nell'industria, nelle comunicazioni e nei trasporti.

A partire dal 1940 lo stato, che si era sviluppato da coalizioni popolari in origine rivoluzionarie, aveva perseguito una politica di controllo delle organizzazioni sindacali che appartenevano alla coalizione. Furono compiuti costantemente tentativi per ridurre la forza, l'indipendenza e le richieste dei sindacati dei ferrovieri, dei dipendenti delle aziende elettriche, dei minatori, degli operai dell'industria petrolifera e soprattutto dei sindacati industriali. Il governo conseguì gradualmente un controllo politico ed economico sui sindacati, ma non con il solo ricorso a misure repressive. Agli atti di repressione, infatti, si accompagnarono aumenti salariali e concessioni tendenti ad assicurare la stabilità del paese. Questa

stabilità fu conseguita soprattutto dopo diffusi scioperi nel 1958 e 1959, ma ancor prima lo stato era stato in grado di migliorare la sua posizione di potere in ciascun confronto, proteggendo e stimolando il processo della crescita del capitale pur concedendo aumenti salariali e facendo altre concessioni agli operai. In questo modo i costi del modello economico furono sopportati dagli operai e dalle masse disorganizzate e svantaggiate, che crebbero in modo spettacolare.

Le tensioni si accentuarono quando le speranze e le domande delle classi medie, che si erano evolute recentemente, di maggiori redditi e servizi (in particolare nel campo dell'istruzione) furono minacciate dalla riluttanza dello stato a toccare il grande capitale e dall'impossibilità di impoverire ancor più gli strati della popolazione già svantaggiati. Così si produsse la crisi politica e ideologica più grave che abbia mai colpito lo stato messicano.

Questa crisi ebbe inizio nel 1966, quando il governo stava perseguendo una politica economica che favoriva gli interessi delle grandi società e ledeva quelli delle classi medie. Gli investimenti pubblici diminuirono dal 13,1 al 6 per cento del prodotto nazionale lordo, mentre le imprese di proprietà dello stato trasferivano una quantità crescente di risorse al settore privato. Il governo imponeva inoltre tasse molto basse, più basse di quelle di qualsiasi paese sviluppato.

Questa politica provocò deficit pubblici sempre più gravi. Al tempo stesso l'inflazione quasi raddoppiò, mentre i prezzi dei prodotti agricoli per il consumo interno furono congelati. I più colpiti furono gli operai-piccoli proprietari delle campagne, in particolare quelli più poveri.

Un anno dopo il cambio di governo nel 1970, quando divenne presidente Luis Echeverría Alvarez, questa politica fu modificata e il reddito reale e le spese delle classi medie, nonché i salari minimi, aumentarono in misura considerevole. Poiché altri fattori rimasero immutati, ebbe inizio un'inflazione di una gravità senza precedenti. L'aumento nell'indice dei prezzi salì dal 3,3 per cento nel 1970-1972 al 22 per cento nel 1976. I debiti con l'estero aumentarono ancor più. L'inflazione internazionale, la speculazione, l'accaparramento, alti profitti con livelli inferiori di produzione e di domanda, unitamente alla crescente debolezza economica dello stato, aumentarono la concentrazione del capitale e dei redditi, mentre i consumi diminuivano. La disoccupazione e la sottoccupazione salirono a livelli estremi.

Nel 1976 l'inflazione continuò. Subito prima del cambiamento di governo, mentre il debito con l'estero raggiungeva livelli critici, fu suggerita una svalutazione, cui seguì una fuga di capitali. Il 31 agosto 1976 il peso fu svalutato quasi del 100 per cento, dopo aver mantenuto la parità col dollaro per vent'anni. Come ci si doveva attendere, la svalutazione accrebbe la disuguaglianza nella distribuzione dei redditi fra i messicani. Essa aumentò il costo dei fattori di produzione importati a svantaggio delle piccole e medie aziende e a favore delle società monopolistiche e multinazionali.

La riscoperta del petrolio, ossia il riconoscimento del fatto che il Messico aveva riserve di petrolio molto maggiori di quanto non si ritenesse in precedenza, restituì nuova forza al governo. Esso elaborò un piano per lo sviluppo dell'economia, mettendo un più forte accento su investimenti in grado di creare posti di lavoro e di consentire una maggiore produzione agricola per il mercato interno. Nel corso dell'ultimo anno fu evidente che la crisi sarebbe stata risolta. A partire dal 1978 i tassi di crescita degli investimenti pubblici e privati salirono rispettivamente al 19 e al 13 per cento in termini reali. Nel 1979 aumentarono entrambi del 18 per cento. La bilancia commerciale migliorò, per lo più grazie alle esportazioni di petrolio e di prodotti industriali che aumentarono del 16,5 per cento. L'occupazione crebbe più della popolazione. Il prodotto nazionale lordo, che nel 1976 era aumentato solo del 2,1 per cento, raggiunse il 7 per cento nel 1978 e l'8 per cento nel 1979.

Dal 1978 al 1979, però, i salari reali medi diminuirono del 2,4 per cento, la moneta in circolazione aumentò del 35 per cento e l'indice dei prezzi al consumo salì del 20 per cento. Ci furono anche altri limiti al recupero del paese. Benché la forza lavoro organizzata cominciasse a ottenere significativi aumenti salariali, la maggior parte della popolazione continuava a soffrire per l'alto tasso di inflazione. A un aumento delle esportazioni del 43 per cento si contrappose un aumento delle importazioni del 48,5 per cento, dovuto soprattutto a importazioni di alimenti e di capitale fisso. Il deficit della bilancia dei pagamenti quasi raddoppiò (passando da 2,3 miliardi di dollari nel 1978 a 4,2 miliardi nel 1979).

La ripresa accompagnata da inflazione creò effetti contraddittori. Il potere dello stato ne risultò innegabilmente potenziato, come pure la sua capacità di fare concessioni ai settori organizzati della società. L'inflazione evidenziò però anche la necessità di impedire che il Messico diventasse semplicemente un paese produttore di petrolio, cosa che avrebbe reso la nazione più dipendente e avrebbe sostenuto i profitti del capitale monopolistico e privato.

Oggi la crisi del modello economico messicano continua all'interno di una più ampia crisi del capitalismo tanto all'interno quanto sul piano internazionale. In Messico pare che la crisi sia stata abilmente distolta dalle sue tendenze più gravi verso il disordine, anche se, ancora una volta, il costo viene pagato dai settori economici più poveri.

In termini concreti, è in corso un confronto fra due indirizzi politici, nessuno dei quali invoca la fine del sistema capitalistico-monopolistico, almeno non per il momento. Un indirizzo propone un modello democratico, liberale e nazionale, accompagnato da una politica di interventi dello stato sempre più estesi. L'altro tende invece a mantenere il sistema attualmente in vigore.

Il primo indirizzo abbraccia forze che sono potenti, ma profondamente divise. Esse potrebbero riorganizzare il paese solo attraverso l'azione unita, e sempre più orientata in senso democratico, della massa della popolazione. Sarebbe inoltre necessario elaborare nuove linee politiche, all'interno delle quali i lavoratori dell'industria e le loro organizzazioni dovrebbero formulare misure di portata nazionale in grado di andare oltre gli interessi corporativi della forza lavoro.

Le forze organizzate rivoluzionarie e più radicali accettano quasi unanimemente una politica di transizione che non tenti di imporre il socialismo oggi. Esse cercano di ampliare la base sociale e democratica dei partiti politici e dei sindacati, usando le risorse petrolifere del paese per una nuova politica di sviluppo sociale e industriale. Al centro di una crisi politica ed economica su scala mondiale che travaglia oggi il capitalismo, il Messico sembra essere uno fra i paesi più stabili. Solo un intervento dall'estero, che potrebbe essere promosso presumibilmente solo da gruppi sciovinistici americani, potrebbe modificare l'attuale corso della politica messicana. Una mossa di questo genere avrebbe senza dubbio l'effetto di consolidare le forze nazionalistiche e rivoluzionarie in Messico.

GIOCHI MATEMATICI

di Martin Gardner

I piaceri degli scienziati e dei tecnologi del planiverso

«Gli scienziati planiversali non sono certo una razza comune.»
ALEXANDER KEEWATIN DEWDNEY

Per quanto se ne sa l'unico universo esistente è quello in cui viviamo, con le sue tre dimensioni spaziali e una temporale. Non è difficile immaginare, come hanno fatto molti autori di fantascienza, che organismi intelligenti possano vivere in uno spazio a quattro dimensioni; due dimensioni, invece, offrono un grado di libertà così ridotto da fare ritenere che non possano esistere forme di vita intelligenti a due dimensioni. Nondimeno, sono stati fatti interessanti tentativi di descrivere organismi di questo tipo.

Nel 1884, Edwin Abbott Abbott, un religioso londinese, pubblicò un racconto satirico intitolato *Flatland,* letteralmente: «il paese piatto» (traduzione italiana: *Flatlandia,* Adelfi, Milano, 1971). Sfortunatamente il libro lascia il lettore quasi completamente all'oscuro delle leggi fisiche di Flatlandia e della tecnologia sviluppata dai suoi abitanti, ma la situazione venne notevolmente migliorata nel 1907 quando Charles Howard Hinton pubblicò *An Episode of Flatland.* Lo stile e i personaggi erano piatti anche per un mondo a tre dimensioni, ma il racconto di Hinton forniva le prime indicazioni su una possibile scienza e tecnologia dell'universo a due dimensioni. Purtroppo questo bizzarro libro è fuori stampa da molto tempo, ma se ne può leggere un commento nel capitolo «Flatlands» del mio libro *The Unexpected Hanging and Other Mathematical Diversions* (Simon & Schuster, 1969).

In «Flatlands» scrivevo: «È divertente indagare la fisica a due dimensioni e immaginare i generi di aggeggi meccanici che sarebbero realizzabili in un mondo piatto.» Questa osservazione richiamò l'attenzione di Alexander Keewatin Dewdney, uno scienziato dei calcolatori dell'Università dell'Ontario Occidentale. Alcune delle sue prime ricerche furono pubblicate in una memoria edita dall'università nel 1978 e in *Exploring the Planiverse,* un articolo apparso nel 1979 sul «Journal of Recreational Mathematics» (Vol. 12, n. 1, pagg. 16-20; settembre). Sempre nel 1979 Dewdney pubblicò privatamente *Two-dimensional Science and Technology,* un vero tour de force di 97 pagine. Sembra incredibile, ma Dewdney getta realmente le fondamenta di ciò che egli chiama un planiverso: un possibile mondo a due dimensioni. Completo di leggi di chimica, fisica, astronomia e biologia, il planiverso è strettamente analogo al nostro universo (che egli chiama steriverso) ed è apparentemente libero da contraddizioni. Devo aggiungere che questa notevole impresa è solo frutto di un divertente hobby per un matematico i cui seri contributi sono apparsi in qualcosa come 30 articoli su riviste tecniche.

Il planiverso di Dewdney assomiglia a quello di Hinton nel fatto di avere una terra che egli chiama (come Hinton) Astria. Astria è un pianeta a forma di disco che ruota in uno spazio planare. Gli astriani, camminando sul bordo del pianeta, possono distinguere un est e un ovest, un sopra e un sotto. Naturalmente non esiste un nord e un sud. L'«asse» di Astria è un punto al centro del pianeta circolare. Questo pianeta piatto lo si può immaginare come realmente a due dimensioni oppure gli si può attribuire un leggerissimo spessore e immaginarlo in movimento tra due piani senza attrito.

Come nel nostro mondo, la gravità in un planiverso è una forza tra oggetti che varia direttamente con il prodotto delle loro masse, ma varia inversamente con la distanza lineare, non con il quadrato di quella distanza. Partendo dal presupposto che in un planiverso forze come la luce e la gravità muovono in linea retta, è facile vedere che l'intensità di tali forze deve variare inversamente con la distanza lineare. Nella parte in alto della figura a sinistra si vede la consueta illustrazione dei libri di testo per dimostrare che l'intensità della luce varia inversamente con il quadrato della distanza. Nella parte in basso della figura si vede l'ovvio analogo planare.

Per evitare che il suo fantasioso progetto «degeneri in vuota speculazione», Dewdney adotta due principi base. Il «principio di similarità» afferma che il planiverso deve assomigliare il più possibile allo steriverso: un moto non influenzato da forze esterne segue una linea retta, l'analogo piano di una sfera è un cerchio e così via. Il «principio di modificazione» afferma che nei casi in cui si è costretti a scegliere tra ipotesi in conflitto, entrambe ugualmente simili alla teoria steriversale, si deve scegliere quella più fondamentale e modificare l'altra. Per stabilire quale ipotesi sia più fondamentale, Dewdney si rifà alla gerarchia in cui la fisica è più fondamentale della chimica, la chimica più fondamentale della biologia e così via.

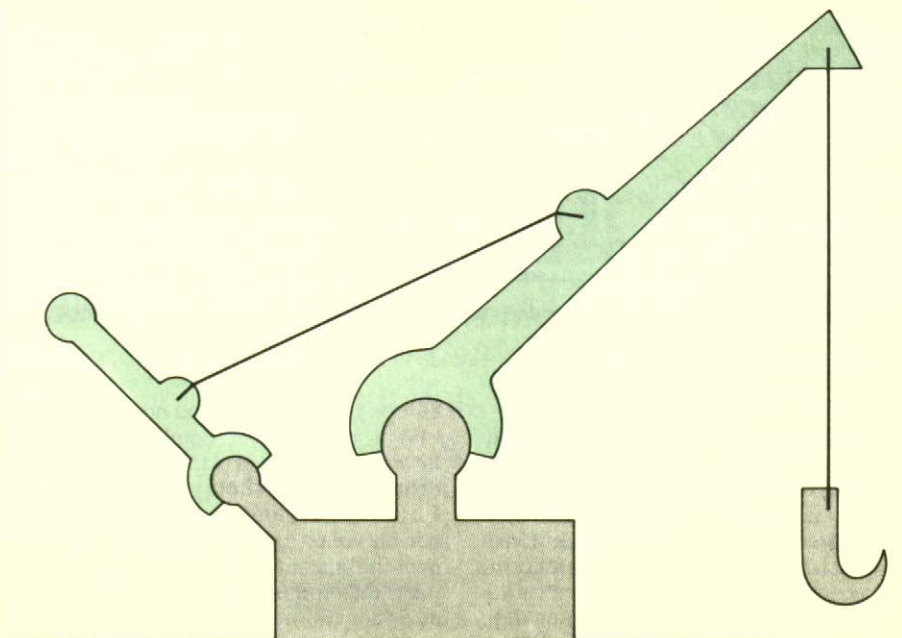
***Una legge dell'inverso del quadrato per il nostro mondo* (in alto) *e il suo analogo per il mondo planare* (in basso).**

Per illustrare il rapporto tra i vari livelli della teoria, Dewdney considera l'evoluzione della gru planiversale che si vede nella figura qui di fianco. L'ingegnere che l'aveva disegnata, le aveva dato inizialmente dei bracci più sottili di quelli che si vedono nella figura, ma quando un esperto dei metalli rilevò che i materiali planari si fratturano più facilmente dei loro corrispondenti a tre dimensioni, l'ingegnere fece i bracci più larghi. In seguito un chimico teorico, invocando i principi di similarità e di modificazione a un livello più profondo, calcolò che le forze molecolari planiversali sono più forti di quanto si sospettasse e l'ingegnere tornò a bracci più sottili.

Il principio di similarità porta Dewdney a postulare che il planiverso sia un continuo tridimensionale di spazio-tempo contenente materia composta di molecole, atomi e particelle fondamentali. L'energia si propaga in onde ed è quantizzata. La luce esiste in tutte le sue lunghezze d'onda ed è riflessa da lenti planari, rendendo possibili occhi, telescopi e microscopi planiversali. Il planiverso si suppone che abbia in comune con lo steriverso alcuni principi fondamentali come per esempio la causalità, la prima e la seconda legge della termodinamica e le leggi concernenti inerzia, lavoro, attrito, magnetismo ed elasticità.

Dewdney presuppone che il suo planiverso sia iniziato con un big bang e si stia attualmente espandendo. Un calcolo elementare basato sulla legge di gravità inversa-lineare mostra che indipendentemente dalla quantità di massa presente nel planiverso l'espansione deve a un certo punto terminare, dando luogo a una fase di contrazione. Il cielo notturno di Astria sarà naturalmente un semicerchio su cui brillano punti di luce. Se le stelle hanno moti propri, continueranno a nascondersi una con l'altra. Se Astria ha un pianeta gemello, per un certo periodo di tempo esso occulterà tutte le stelle del cielo.

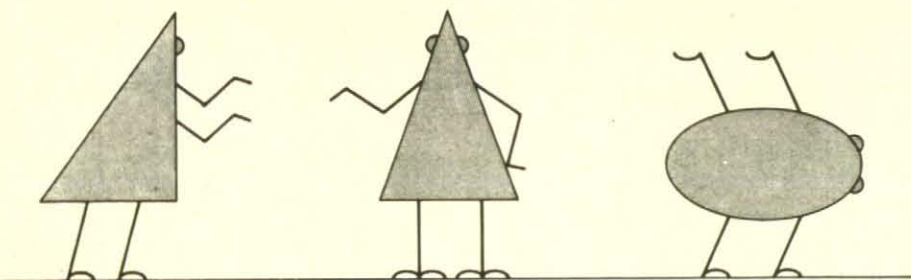
Possiamo presupporre che Astria abbia un moto di rivoluzione intorno a un sole e ruoti su se stessa per creare il giorno e la notte. In un planiverso, come ha scoperto Dewdney, l'unica orbita stabile che continuamente percorre lo stesso cammino è un cerchio perfetto. Sono possibili anche altre orbite stabili grosso modo ellittiche, ma l'asse dell'ellisse ruota in modo tale che l'orbita non si chiude mai esattamente. Rimane da stabilire se la gravità planiversale consentirebbe a una luna di avere un'orbita stabile intorno ad Astria: la difficoltà è dovuta alla gravità del sole e per risolvere la questione bisognerebbe lavorare sull'analogo planare di ciò che i nostri astronomi conoscono come il problema dei tre corpi.

Dewdney analizza in dettaglio la natura del clima astriano, con i suoi analoghi delle nostre stagioni, venti, nuvole e pioggia. Un fiume di Astria sarebbe indistinguibile da un lago se non per il fatto che potrebbe avere correnti più forti. Una caratteristica peculiare della geologia astriana è che l'acqua non può scorrere intorno a una roccia come fa sulla terra. Ne risulta che l'acqua piovana si accumula sempre dietro a ogni roccia su un pendio e tende a spingere la roccia verso il basso: minore è la pendenza, maggiore è l'accumulo di acqua e quindi la forza della spinta. La conclusione di Dewdney è che nel caso di piogge periodiche la superficie di Astria sarà stranamente piatta e uniforme. Un'altra conseguenza dell'impossibilità dell'acqua di spostarsi lateralmente è che essa tenderà a rimanere intrappolata in sacche del terreno, creando ampie zone di pericolose sabbie mobili nelle depressioni del pianeta. È auspicabile, scrive Dewdney, che su Astria le piogge non siano frequenti. Anche il vento avrebbe su Astria effetti più gravi che sulla Terra perché, come la pioggia, non può «aggirare» gli oggetti.

Dewdney dedica molte pagine alla costruzione di una plausibile chimica per il suo planiverso, modellandola il più possibile sulla materia tridimensionale e sulle leggi della meccanica quantistica. La figura qui sotto mostra la tabella periodica di Dewdney per i primi 16 elementi planiversali. I primi due, data la loro somiglianza con i loro corrispondenti del nostro mondo, sono chiamati idrogeno ed elio. I successivi 10 hanno nomi composti che richiamano gli elementi steriversali a cui assomigliano di più; per esempio, il litoto combina le proprietà del litio e dell'azoto. Gli altri quattro prendono nome da Hinton, Abbott e i giovani innamorati del racconto di Hinton, Harold Wall e Laura Cartwright.

Nel mondo piatto gli atomi si combi-

Una gru planiversale.

NUMERO ATOMICO	NOME	SIMBOLO	STRUTTURA ORBITALE 1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p . . .	VALENZA
1	IDROGENO	H	1								1
2	ELIO	He	2								2
3	LITOTO	Lt	2	1							1
4	BEROSSIGENO	Bx	2	2							2
5	FLUORONIO	Fl	2	2	1						3
6	NEOCARBONIO	Nc	2	2	2						4
7	SODALINO	Sa	2	2	2	1					1
8	MAGNILICO	Mc	2	2	2	2					2
9	ALUFORO	Ap	2	2	2	2	1				3
10	SOLFICONE	Sp	2	2	2	2	2				4
11	CLOROFORO	Cp	2	2	2	2	2	1			5
12	ARGOFORO	Af	2	2	2	2	2	2			6
13	HINTONIO	Hn	2	2	2	2	2	2	1		1
14	ABBOGENO	Ab	2	2	2	2	2	2	2		2
15	HAROLDIO	Wa	2	2	2	2	2	2	2	1	3
16	LAURANIO	La	2	2	2	2	2	2	2	2	4

Tavola periodica dei primi 16 elementi planiversali.

Un astriano di Hinton (sinistra), *di Dewdney* (centro) *e un mostro con gli occhi a palla* (destra).

nano per formare molecole, ma naturalmente è consentito solo un legame che possa essere diagrammato da un grafo planare. (Ciò segue per analogia dal fatto che nella chimica steriversale non esistono legami che si intersecano.) Come nel nostro mondo, due molecole asimmetriche possono essere immagini speculari l'una dell'altra, in modo che nessuna delle due può essere «ribaltata» per diventare identica all'altra. Ci sono sorprendenti paralleli tra la chimica planiversale e il comportamento di monostrati steriversali sulla superficie dei cristalli (si veda l'articolo *La materia a due dimensioni*, di J. C. Dash, in «Le Scienze», n. 60, agosto, 1973). Nel nostro mondo le molecole possono formare 230 gruppi cristallografici distinti, ma nel planiverso ne possono formare solo 17. Sono costretto a sorvolare sulle congetture di Dewdney a proposito delle molecole, delle leggi elettriche e magnetiche, degli analoghi delle equazioni di Maxwell e di altri argomenti troppo tecnici per poterli riassumere in questa sede.

Dewdney ipotizza che gli animali di Astria siano composti da cellule che si raggruppano per formare ossa, muscoli e tessuti connettivi simili a quelli che si trovano nella biologia steriversale. Non gli è difficile mostrare che queste ossa e muscoli possono avere una struttura che consenta agli animali di muovere delle appendici per strisciare, camminare, volare e nuotare. Alcuni di questi movimenti sono anzi più facili in un planiverso che nel nostro mondo. Per esempio, un animale steriversale con due gambe ha una notevole difficoltà a rimanere in equilibrio quando cammina, mentre nel planiverso un animale che poggi entrambe le gambe a terra non può in alcun modo cadere. Inoltre, un animale volante planiversale non può avere ali e non ne ha bisogno per volare; se il corpo dell'animale è aerodinamico, può funzionare da ala (dato che l'aria può passargli intorno solo nel piano). L'animale volante potrebbe muoversi usando una coda come propulsore.

I calcoli mostrano anche che gli animali di Astria hanno probabilmente metabolismi più lenti di quelli degli animali terrestri, in quanto è relativamente bassa la quantità di calore che si disperde lungo il perimetro del loro corpo. Inoltre, le ossa degli animali possono essere più sottili di quanto lo siano sulla Terra perché devono sopportare un peso inferiore. Naturalmente, nessun animale astriano può avere un tubo aperto che vada dalla bocca all'ano perché, se così fosse, esso sarebbe tagliato in due.

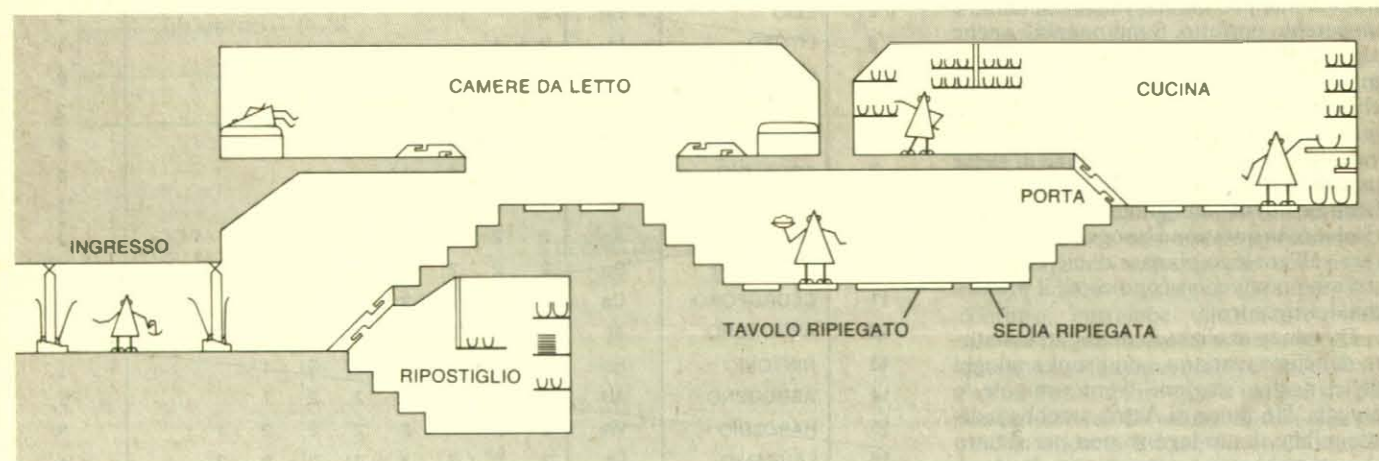
Nell'appendice al suo libro *The Structure and Evolution of the Universe* (Harper, 1959), G. J. Whitrow sostiene che in uno spazio bidimensionale non si sarebbe potuta evolvere l'intelligenza a causa delle gravi restrizioni che le due dimensioni comportano per le connessioni nervose. «In tre o più dimensioni - scrive - qualsiasi numero di cellule [nervose] può essere connesso [una con l'altra] a coppie, senza intersezione delle giunture, ma in due dimensioni il numero massimo di cellule per le quali la cosa è possibile è solo quattro.» Dewdney demolisce facilmente questa affermazione rilevando che se si ammette che le cellule nervose possano dare il via a impulsi nervosi attraverso «punti d'incrocio», esse possono formare reti piatte altrettanto complesse di quelle dello steriverso. Le menti planiversali opererebbero però più lentamente di quelle steriversali perché nelle reti bidimensionali le pulsazioni incontrerebbero più interruzioni. (Ci sono risultati analoghi nella teoria degli automi bidimensionali.)

Dewdney descrive in dettaglio l'anatomia di un pesce femmina astriano con una sacca di uova non fertilizzate tra i suoi due muscoli caudali. Il pesce ha uno scheletro esterno e il nutrimento è fornito dalla circolazione interna di vescichette di cibo. Se una cellula è isolata, il cibo vi entra attraverso una membrana che può avere solo un'apertura alla volta. Se la cellula è in contatto con altre cellule, come in un tessuto, ci può essere più di un'apertura alla volta perché le cellule circostanti possono mantenerla intatta. Noi possiamo naturalmente vedere tutti gli organi interni del pesce o di una qualsiasi altra forma di vita planiversale, così come un animale a quattro dimensioni potrebbe vedere tutti i nostri organi interni.

Come Hinton, Dewdney rappresenta la sua popolazione di astriani in modo schematico, come triangoli con due braccia e due gambe. Gli astriani di Hinton, però, sono sempre rivolti nella stessa direzione: i maschi verso est e le femmine verso ovest. In entrambi i sessi le braccia sono sul lato frontale e c'è un unico occhio nella parte alta del triangolo, come si vede a sinistra nella figura in alto di questa pagina. Gli astriani di Dewdney sono a simmetria bilaterale, con un braccio, una gamba e un occhio da ciascuna parte, come si vede al centro della figura. Questi astriani, quindi, come gli uccelli o i cavalli terrestri, possono vedere in direzioni opposte. Ovviamente l'unico modo per un astriano di sorpassare un altro astriano è strisciargli sotto o saltargli sopra. A destra nella figura si può vedere un mostro astriano con gli occhi a palla da me ideato. Le appendici di questa creatura servono da braccia o da gambe, a seconda della direzione in cui è rivolto, e i suoi due occhi gli consentono una visione binoculare. Con un solo occhio un astriano avrebbe una visione grosso modo unidimensionale, che gli darebbe una percezione della realtà piuttosto limitata. D'altra parte, si potrebbero distinguere le parti degli oggetti dal colore e un'illusione di profondità potrebbe essere creata dalla focalizzazione del cristallino dell'occhio.

Su Astria, costruire una casa o falciare un prato richiede meno lavoro che sulla Terra perché la quantità di materiale è considerevolmente inferiore. Come rileva Dewdney, però, ci sono ancora grossissimi problemi da affrontare in un mondo a due dimensioni: «Supponendo che la superficie del pianeta sia assolutamente essenziale per fornire di che vivere a piante e animali, è chiaro che ben poca della superficie astriana può essere disturbata senza provocare la distruzione biologica del pianeta. Per esempio, qui sulla Terra possiamo costruire una modesta autostrada nel mezzo di ricche terre coltivate senza distruggere più di una piccola percentuale di queste ultime. Una corrispondente autostrada su Astria distruggerà *tutte* le terre su cui passa... Analogamente, grandi città esaurirebbero rapidamente la campagna astriana. Sembrerebbe che l'unica alternativa per la società tecnologica astriana sia andare sottoterra.» Nella figura in basso della pagina a fronte si può vedere una tipica casa sotterranea con salotto, due stanze da letto e un ripostiglio. Sedie e tavoli pieghevoli sono riposti in rientranze del pavimento per rendere più facile camminare nelle stanze.

Tra i molti semplici elementi meccanici tridimensionali che hanno ovvi analoghi su Astria ci sono barre, leve, piani inclinati, molle, cardini, corde e cavi. Delle ruote possono essere fatte rotolare sul terreno, ma non c'è alcun modo per farle girare intorno a un assale fisso. Le viti sono impossibili. Le corde non possono essere annodate; d'altra parte non si aggrovigliano mai. Tubi e condotti devono avere delle pareti divisorie, per tenere in posizione i due lati, che devono essere aperte (ma mai tutte assieme) per poter far passare qualcosa. È interessante vedere quanti meccanismi piatti funzionanti si possano costruire nonostante queste gravi restrizioni. Nella figura di mezzo della pagina seguente si vede un rubinetto disegnato da Dewdney. Per farlo funzionare bisogna sollevare l'asta; questo stacca la valvola dalla parete del tubo d'uscita permettendo all'acqua di fluire. Quando si rilascia l'asta, la molla rimette in posizione la valvola.

Il marchingegno che si vede nella figura in basso della pagina seguente serve per aprire e chiudere una porta (o una parete). Spingendo verso il basso la leva a destra si sposta verso sinistra il cuneo in basso, consentendo così alla porta di ruotare verso l'alto (portando con sé il cuneo e le leve) su un cardine posto in alto. La porta si apre da sinistra spingendo l'altra leva. La si può abbassare da una parte o dall'altra e il cuneo può essere rimesso in posizione per stabilizzare la parete spo-

Una casa sotterranea astriana.

FISICA DELLE PARTICELLE

Sugli aspetti teorici e sperimentali della ricerca nel mondo dell'ultrapiccolo

LE SCIENZE

edizione italiana di SCIENTIFIC AMERICAN *ha pubblicato numerosi articoli tra cui:*

LA RICERCA DI NUOVE FAMIGLIE DI PARTICELLE ELEMENTARI
di D. B. Cline, A. K. Mann e C. Rubbia (n. 93)

Negli esperimenti con neutrini di alta energia è apparsa almeno una particella che non si inserisce in alcuna delle famiglie note. La nuova particella deve rappresentare qualche nuova proprietà della materia.

LA MASSA DEL FOTONE
di A. S. Goldhaber e M. M. Nieto (n. 97)

Pur non essendo imposto dalle leggi della fisica, generalmente si ritiene che il fotone abbia massa nulla. Nel caso, tuttavia, che questa particella abbia una massa, essa deve essere estremamente piccola.

IL CONFINAMENTO DEI QUARK
di Y. Nambu (n. 102)

Come mai non è ancora stato possibile osservare queste particelle elementari così importanti? È probabile che i quark siano trattenuti entro altre particelle da forze inerenti alla loro stessa natura.

PARTICELLE FONDAMENTALI DOTATE DI INCANTO
di R. F. Schwitters (n. 113)

La ricerca di particelle dotate di incanto ha costituito un problema per la fisica delle alte energie. Alcune di tali particelle sono state osservate tra i prodotti delle annichilazioni elettrone-positone.

LEPTONI PESANTI
di M. L. Perl e W. T. Kirk (n. 117)

La classe di particelle elementari nella quale sono compresi l'elettrone e il muone ha un nuovo membro: il tau. Può darsi che sia il primo di una sequenza di leptoni carichi pesanti.

LA PARTICELLA IPSILON
di L. M. Lederman (n. 124)

L'inattesa scoperta di questa particella, rivelatasi la più pesante, ha suggerito l'introduzione di un nuovo quark pesante, portando da quattro a cinque il numero di queste subparticelle elementari finora mai osservate.

I SOLITONI
di C. Rebbi (n. 128)

Sono onde che non si disperdono o dissipano, ma mantengono le loro dimensioni e la loro forma indefinitamente. Si è scoperto di recente che possono manifestarsi come particelle elementari molto pesanti.

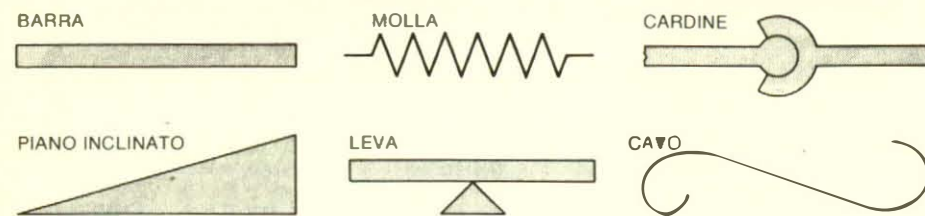
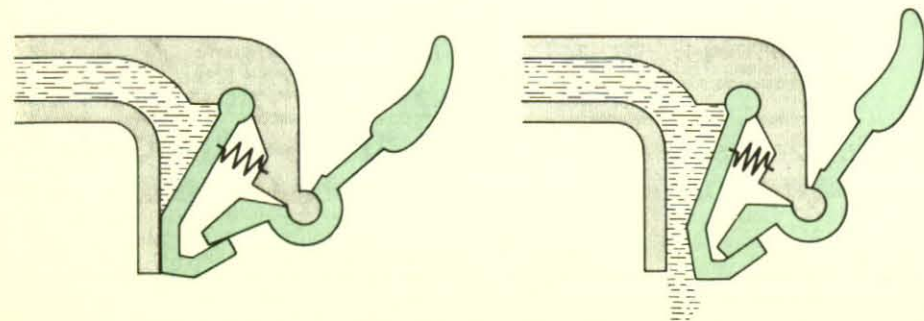
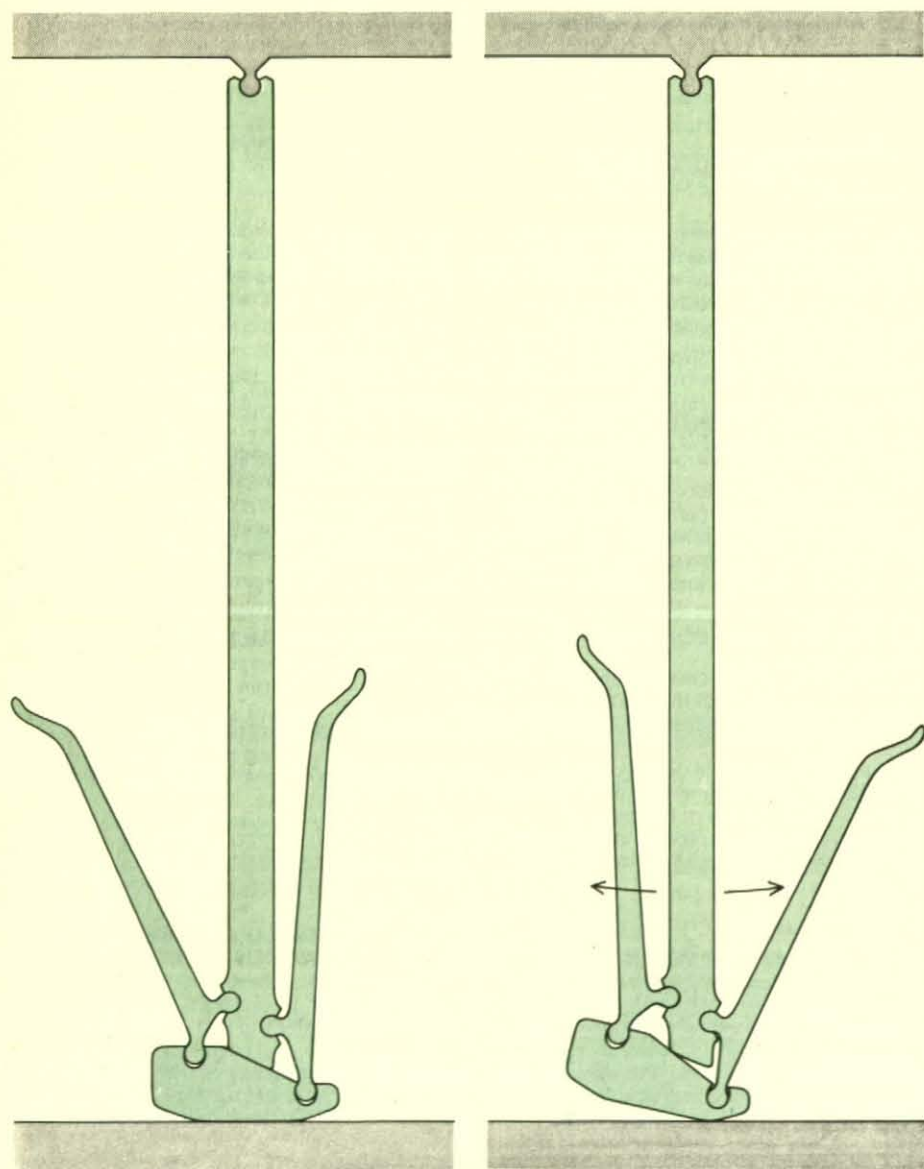
LO SPIN DEL PROTONE
di A. D. Krisch (n. 131)

Il risultato della collisione di due protoni dipende dal modo in cui le particelle stanno ruotando. L'effetto osservato in collisioni violente fa ritenere che nel protone vi siano oggetti in rapidissima rotazione.

NEUTRONI ULTRAFREDDI
di R. Golub, W. Mampe, J. M. Pendlebury e P. Ageron (n. 132)

I neutroni tanto lenti da non poter penetrare in una superficie solida possono essere confinati in una bottiglia metallica. Immagazzinandoli a lungo si potranno forse misurare proprietà fondamentali del neutrone.

IL MODELLO A SACCHE DEL CONFINAMENTO DEI QUARK
di K. A. Johnson (n. 133)

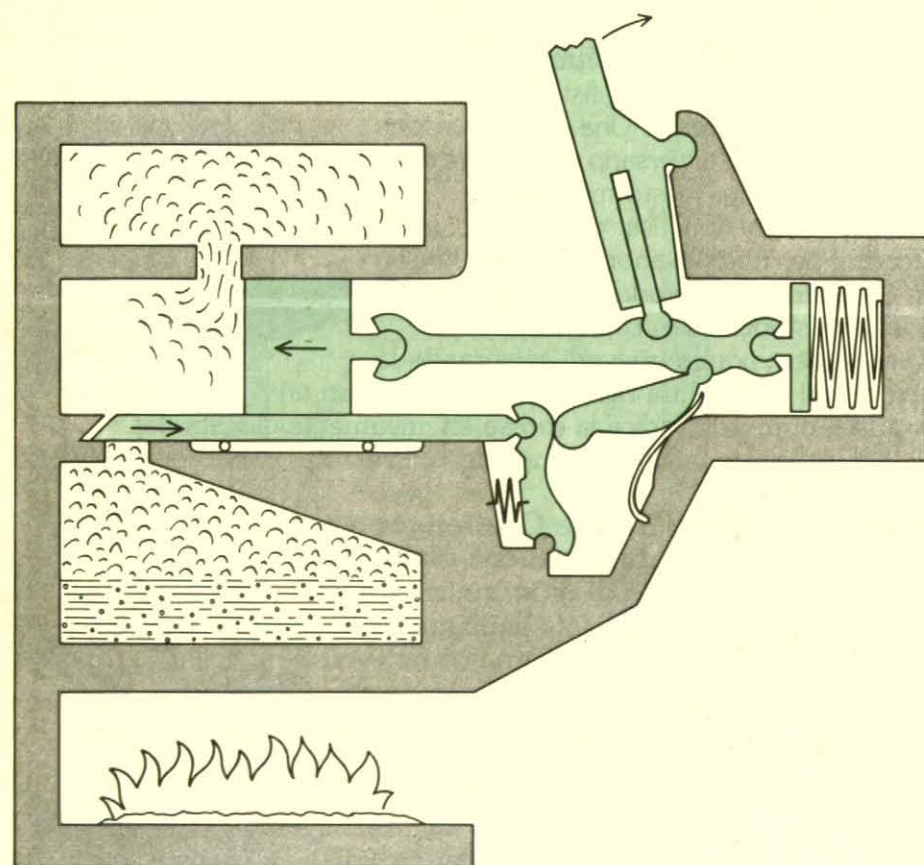
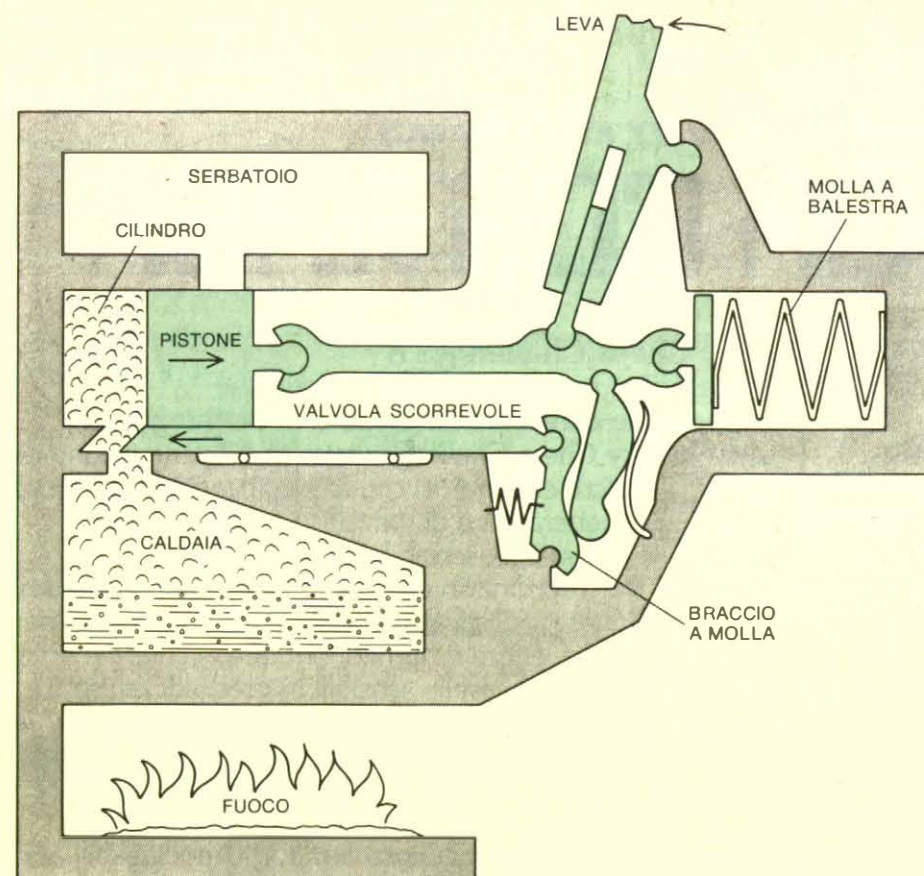
Benché si manifestino come entità reali, i quark non sono stati ancora osservati isolatamente, il che potrebbe essere attribuito al loro confinamento entro sacche analoghe alle bolle in un liquido.

Elementi meccanici planiversali di base.

Un rubinetto astriano.

Meccanismo astriano per l'apertura di una porta.

stando una leva nella direzione adatta. Questo aggeggio e il rubinetto sono entrambi meccanismi con cardini planiversali permanenti: protuberanze circolari che ruotano dentro cavità da cui non possono essere estratte.

La figura di pagina 156 descrive una macchina a vapore planiversale che funziona in modo analogo a quello di una macchina steriversale. Il vapore sotto pressione è immesso nel cilindro della macchina attraverso una valvola scorrevole che forma una delle sue pareti *(in alto)*. La pressione del vapore forza un pistone a muoversi verso destra finché il vapore può sfuggire in un serbatoio. La conseguente perdita di pressione consente alla molla sulla destra del cilindro di riportare verso sinistra il pistone *(in basso)*. La valvola scorrevole rimane chiusa mentre il vapore sfugge nel serbatoio, ma quando il pistone torna indietro si riapre, spinta verso destra da un braccio mosso da una molla.

La figura in alto di pagina 158 descrive un meccanismo di Dewdney per chiudere a chiave una porta. Questa serratura planiversale è formata da tre blocchi con scanalature *(a)* che si allineano quando viene inserita una chiave *(b)* in modo che le parti inferiori dei blocchi si spostano tutte insieme quando la chiave viene spinta *(c)*. La spinta della chiave viene trasmessa tramite una leva a un saliscendi principale il quale preme su un saliscendi secondario finché la porta è libera di ruotare verso destra *(d)*. La sbarra sopra la leva e il bordo del saliscendi secondario rendono difficile forzare la serratura. Delle semplici molle servono a riportare tutte le parti della serratura tranne la leva nella loro posizione originale quando la porta viene aperta e la chiave tolta. Quando la porta si chiude, colpisce la sbarra sulla leva che ritorna anch'essa nella sua posizione iniziale. Questa serratura piatta potrebbe essere utilizzata anche nello steriverso: si inserisce semplicemente una chiave senza girarla. «È divertente pensare - scrive Dewdney - che l'obbligo a formulare progetti piuttosto esotici posto dall'ambiente planiversale potrebbe spingerci a pensare ai meccanismi in modo talmente differente da far nascere nuove soluzioni per vecchi problemi. I progetti risultati, se pratici da un punto di vista steriversale, danno invariabilmente un risparmio di spazio.»

Si avverte un curioso piacere a provare a inventare macchine per quello che Dewdney chiama «un universo che è nello stesso tempo simile e stranamente differente dal nostro.» Come dice lui, «da un piccolo numero di presupposti sembrano scaturire molti fenomeni, dando il senso di un'esistenza separata di questo mondo bidimensionale. Ci si trova a parlare *del* planiverso invece che di *un* planiverso... [Per] quelli che ci si impegnano attivamente, c'è una specie di strana gioia, quale [quella di] un esploratore che entra in una terra dove le sue percezioni giocano un ruolo essenziale nel paesaggio che si presenta ai suoi occhi.»

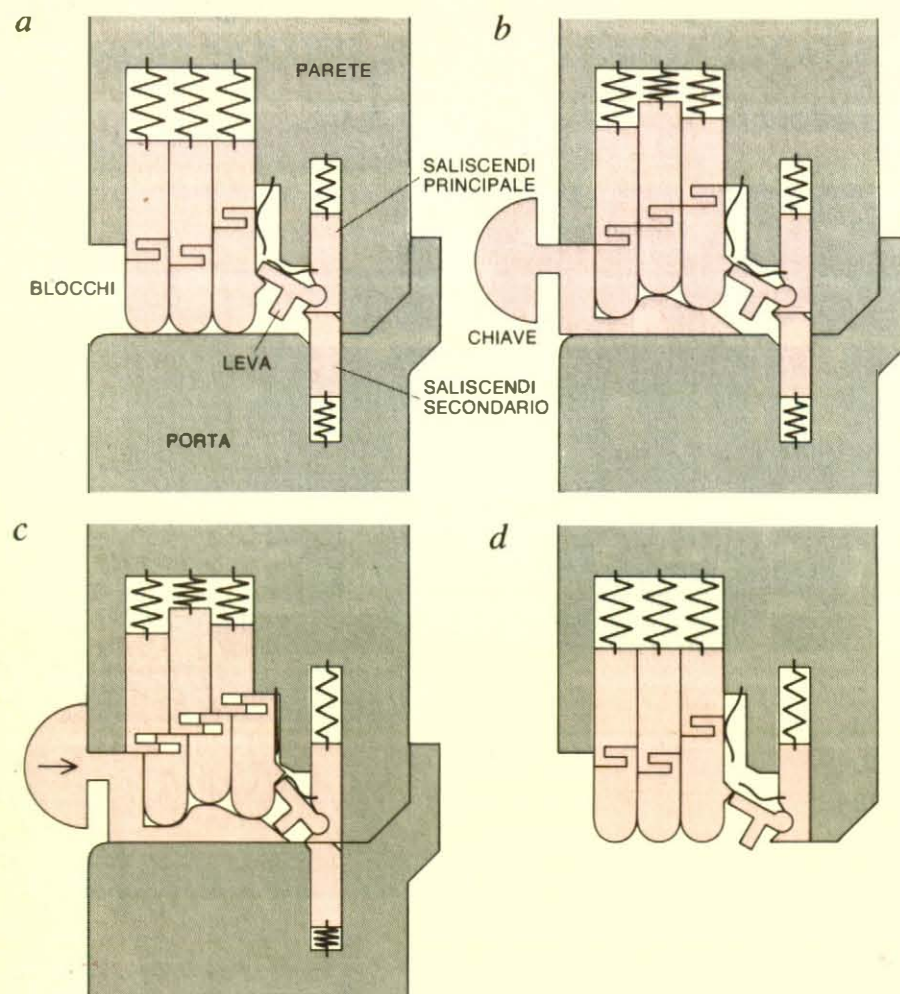
Alcuni aspetti filosofici di questa esplorazione sono tutt'altro che banali. Costruendo un planiverso si vede subito che

Macchina a vapore planiversale.

esso non può essere edificato senza un insieme di assiomi che Leibniz chiamava i «compossibili» elementi di un qualsiasi mondo possibile e che consentono di avere una struttura logicamente coerente. Ma, come rileva Dewdney, nel nostro universo la scienza si basa soprattutto su osservazioni ed esperimenti, e non è facile trovare degli assiomi sottostanti. Nel costruire un planiverso non abbiamo nulla da osservare; possiamo effettuare solo esperimenti mentali su ciò che potrebbe essere osservato. «Ciò che perde lo sperimentalista - osserva Dewdney - è un guadagno per il teorico.»

Io incito tutti quelli che vogliono partecipare a questa deliziosa impresa (o saperne di più) a procurarsi la monografia di Dewdney. Mi ha assicurato che la invierà a chiunque la richieda; il prezzo è cinque dollari per gli Stati Uniti e il Canada, più un'aggiunta per maggiori spese postali per gli altri paesi. Gli assegni o i vaglia vanno inviati a Dewdney, intestati a suo nome, presso il Department of Computer Science, University of Western Ontario, London, Ontario, Canada N6A 5B9. Se abbastanza persone si impegneranno a progettare un planiverso, Dewdney intende pubblicare annualmente i loro contributi.

Mi viene in mente che gli astriani potrebbero fare dei giochi su scacchiere bidimensionali ma che tali giochi sarebbero per loro scomodi e ingombranti come per noi dei giochi su scacchiere tridimensionali. Immagino allora che giochino una variante dei giochi lineari sull'analogo della nostra scacchiera 8×8. Nella figura in basso di pagina 158 si possono vedere alcuni giochi di questo tipo. La linea *a* mostra la posizione di partenza di una partita di dama. I pezzi si muovono solo in avanti, di una casella alla volta, ed è obbligatorio mangiare. Il gioco lineare è equivalente a una partita di dama regolare limitata alla diagonale principale di una scacchiera standard. È facile rendersi conto che il secondo giocatore vince sempre in una partita razionale, mentre se si gioca nella forma misère, in cui l'obiettivo è farsi mangiare tutte le pedine, il primo giocatore vince altrettanto facilmente. Le partite di dama lineare diventano progressivamente più difficili da analizzare quando si introducono scacchiere più lunghe. Per esempio, quale giocatore vince in un partita di dama lineare standard quando ogni giocatore inizia con pedine sulle prime quattro caselle alla sua estremità della scacchiera?

La linea *b* della figura mostra un divertente analogo astriano degli scacchi. Su una scacchiera lineare un alfiere non ha senso e una regina equivale a una torre; i pezzi sono quindi limitati a re, cavalli e torri. L'unica regola che va modificata è che un cavallo si sposta di due caselle in una qualsiasi delle due direzioni e può saltare un pezzo dell'uno e dell'altro colore. Se una partita viene giocata in modo razionale, vincerà il Bianco, il Nero o la partita terminerà in patta? La questione è sorprendentemente ardua da risolvere.

Il go lineare, giocato sulla stessa scacchiera, è tutt'altro che banale. La versione che descriverò fu inventata 10 anni fa

Serratura e chiavi planiversali.

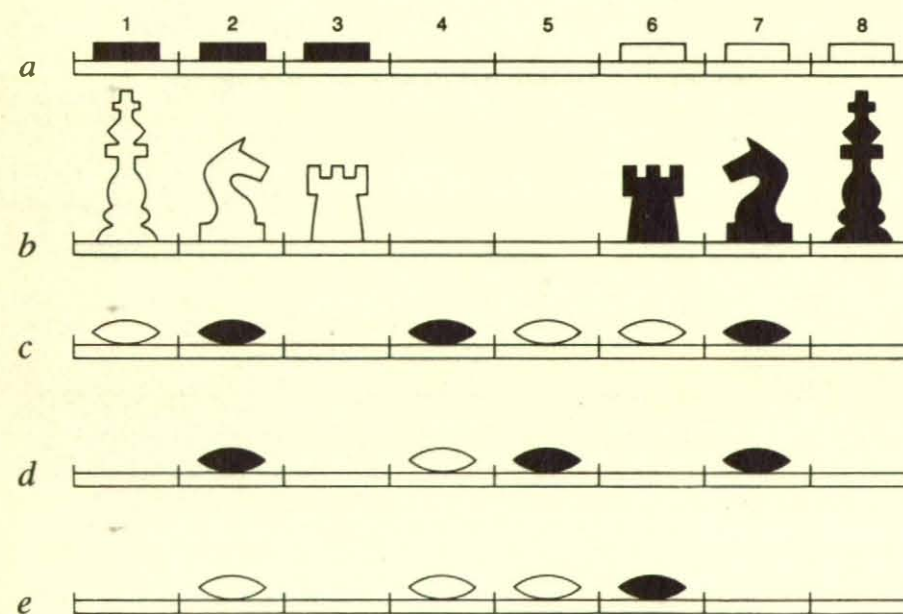
da James Marston Henle, un matematico attualmente allo Smith College; Henle la chiamò «pinch» (pizzicotto) e questa è la prima volta che viene pubblicata.

Nel gioco del pinch, i giocatori muovono alternativamente sistemando dei pezzi bianchi e neri sulle caselle della scacchiera lineare; quando i pezzi di un giocatore circondano i pezzi dell'altro, i pezzi circondati vengono tolti. Per esempio, entrambi gli insiemi di pezzi bianchi che si vedono nella linea *c* della figura sono circondati. Il pinch si gioca seguendo le due regole seguenti:

Regola 1: Non si può porre un pezzo su una casella in cui sia circondato, a meno che la mossa serva a circondare un insieme di pezzi dell'avversario. Nella situazione illustrata dalla linea *d* della figura, quindi, il Bianco non può giocare sulle caselle 1, 3 o 8, ma può giocare sulla casella 6 perché questa mossa serve a circondare la casella 5.

Regola 2: Un pezzo non può essere posto su una casella da cui è stato tolto un pezzo al tiro precedente se la mossa serve a circondare qualcosa. Un giocatore deve aspettare almeno un turno per poter fare una mossa di questo tipo. Per esempio, nella linea *e* della figura supponiamo che il Nero giochi sulla casella 3 e tolga i pezzi bianchi dalle caselle 4 e 5. Il Bianco non può giocare sulla casella 4 (per circondare la casella 3) alla mossa successiva, ma per farlo deve aspettare un altro turno. Può giocare sulla casella 5, invece, perché anche se è stato appena tolto un pezzo da quella casella, la mossa non serve a circondare qualcosa. Questa regola, analoga a una del go, ha lo scopo di diminuire il numero delle posizioni di stallo.

Nel pinch a due caselle vince banalmente il secondo giocatore. Nel gioco a tre e quattro caselle vince facilmente il primo giocatore se occupa il centro nel gioco a tre caselle e una delle due caselle centrali in quello a quattro caselle. Il gioco a cinque caselle è vinto dal secondo giocatore e quelli a sei e sette caselle sono vinti dal primo giocatore. La partita su una scacchiera a otto caselle passa a un livello tale di complessità da diventare molto interessante da giocare. Le fortune cambiano spesso rapidamente e nella maggior parte delle situazioni il giocatore che finirà col vincere ha un'unica mossa vincente.

Il mese prossimo rivelerò quale giocatore vince nel pinch a otto caselle e risponderò alle domande sugli altri tre giochi lineari.

Dama lineare (a), scacchi (b) e go (c, d, e).

Nel problema del mese scorso si trattava di stabilire se i tre modelli di gruppo-4 erano esempi del gruppo-4 ciclico o del gruppo quadrinomio di Klein. Tutti e tre sono di quest'ultimo tipo. Un semplice test per determinare il tipo di un dato gruppo-4 consiste nel vedere se ogni operazione del gruppo è il proprio inverso. Se così è, il gruppo è un gruppo quadrinomio di Klein.

I due gruppi di ordine 4 costituiscono l'esempio più rappresentativo di come i gruppi semplici, pezzi base costitutivi di tutti i gruppi finiti, non si comportino come i numeri primi. Entrambi i gruppi-4 includono lo stesso insieme di sottogruppi semplici: il gruppo identità e tre gruppi di ordine 2, ognuno formato dall'operazione identità e una delle altre tre operazioni. Eppure i due gruppi-4 non sono uguali. In altre parole, mentre il prodotto di un insieme di numeri primi è sempre un unico numero, lo stesso insieme di gruppi semplici può combinarsi per creare più di un gruppo composto.